VISIT…

УПРАВЛЕНИЕ НАЧАЛЬНИКА ХИМИЧЕСКИХ ВОЙСК
СОВЕТСКОЙ АРМИИ

Экз. № 5982

ДЫМОВЫЕ И ОГНЕМЕТНО-ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

*

253

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА СОЮЗА ССР
МОСКВА — 1951

УПРАВЛЕНИЕ НАЧАЛЬНИКА ХИМИЧЕСКИХ ВОЙСК
СОВЕТСКОЙ АРМИИ

Экз. № 59

ДЫМОВЫЕ И ОГНЕМЕТНО-ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

★

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ВОЕННО-УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИИ
ХИМИЧЕСКИХ ВОЙСК

Под редакцией
инженер-полковника СОЛОВЬЕВА Н. К.

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА СОЮЗА ССР
МОСКВА—1951

Составители книги:

В. В. Белоусов (главы XVIII—XX), **А. Ф. Зеляев** (главы XI—XIV), **В. И. Кошкарев** (глава VIII), **К. И. Патрикеев** (главы II—V), **Н. И. Плешкановский** (главы VI и VII), **В. И. Пузако** (глава I), **Н. К. Соловьев** (главы XXI и XXII) и **С. Г. Усачев** (главы IX, X и XV—XVII).

В книге **Дымовые и огнеметно-зажигательные средства** описаны средства и способы нейтрального дымопуска и огнеметания, а также средства применения дымообразующих и зажигательных веществ авиацией.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для военно-учебных заведений химических войск; она может также служить справочником для преподавателей военно-химической дисциплины и офицеров химической службы.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга Дымовые и огнеметно-зажигательные средства составлена с учетом современного состояния дымовых и огнеметно-зажигательных средств и богатого опыта Великой Отечественной войны в отношении практического применения маскирующих дымов, огнеметов и других зажигательных средств.

В книге наряду с изложением теории изучаемых вопросов и описанием устройства дымовых и огнеметно-зажигательных средств большое внимание уделено практическим вопросам по организации и осуществлению дымопуска и огнеметания.

При изложении вопросов эксплоатации дымовых машин в книге приведены таблицы, которые предназначены исключительно для того, чтобы помочь курсантам и слушателям военно-учебных заведений химических войск освоить эксплоатацию машин. Большое количество практических задач и примеров с полным их решением окажет помощь самостоятельно изучающим те или иные разделы книги.

ВВЕДЕНИЕ

Дымовые и огнеметно-зажигательные средства впервые были широко применены в первой мировой войне 1914—1918 гг. Необходимо отметить, что когда в зарубежных армиях еще только начиналась разработка основ боевого применения маскирующих дымов, в русской армии дымовые шашки (свечи) Санникова уже в 1913 г. испытывались на маневрах в Усть-Ижоре, а в ноябре 1914 г. были успешно применены сибирскими стрелками в боях с немцами под Ивангородом. Это было первое в истории сухопутных армий применение нейтральных дымовых шашек.

В период между первой и второй мировой войнами дымовые средства значительно усовершенствовались, появились новые способы применения маскирующих дымов.

В Советской Армии всегда уделялось большое внимание дымовым средствам. Советская Армия успешно применяла их во время Великой Отечественной войны. Сухопутные войска, Военно-Воздушные Силы и Военно-Морской Флот умело использовали все средства дымовой маскировки: шашки, снаряды, мины, бомбы, приборы, машины.

Еще до начала навязанной гитлеровцами советскому народу войны на вооружении Советской Армии состояли современные дымовые средства, применение которых в боях Великой Отечественной войны сохранило для нас немало человеческих жизней.

Наши дымовые средства использовались не только подразделениями, но и частями и соединениями, играли не только тактическую, но и оперативную роль.

Начиная с первых дней войны и до ее конца применение дымовых средств войсками Советской Армии не прекращалось. Например, в 1945 г. наши войска только за 10 дней уличных боев в Берлине израсходовали 13 800 дымовых шашек и 22 000 ручных дымовых гранат. Подобные факты говорят о том значении, которое придавали дымовым средствам не только командование, но и рядовые воины Советской Армии, о том доверии, которое внушали наши надежно действующие, портативные, удобные в обращении дымовые шашки и ручные дымовые гранаты.

Кроме различных дымовых шашек и ручных дымовых гранат, успешно использовались, при дымовой маскировке тыловых объектов, бочки с дымовой аппаратурой и машины АРС.

Советская артиллерия и минометы в течение всего периода войны успешно применяли дымовые снаряды и мины, а авиация — дымовые бомбы и дымовые приборы.

Наши дымовые средства в ходе Великой Отечественной войны непрерывно совершенствовались: улучшились рецептуры дымовых шашек и ручных дымовых гранат; АРС как дымовая машина стала более мощным средством.

Наряду с дымовыми средствами боевую проверку в ходе Великой Отечественной войны прошли наши огнеметные средства.

Огнеметы оказали значительную поддержку сухопутным войскам. Ни одна из зарубежных армий не имела в этот период фугасных огнеметов. У нас они успешно применялись как в оборонительных операциях, так и при наступлении.

Советские огнеметчики, используя фугасные огнеметы, геройски сражались с гитлеровцами на подступах к Москве в районе Нарофоминска в декабре 1941 г., преграждая путь вражеским танкам и пехоте и способствуя ликвидации прорыва на центральном участке фронта. За боевые действия в этот период 26-я отдельная фугасно-огнеметная рота первой из огнеметных частей была награждена орденом Красного Знамени.

Несмотря на то что фугасные огнеметы представляли собой оружие, предназначенное в основном для оборонительных действий, они успешно применялись до самых последних дней войны не только в обороне, но и в наступлении. Мощное действие наших фугасных огнеметов постоянно испытывали гитлеровцы в ходе всей войны. В 1942 г. немцы пытались даже скопировать наши фугасные огнеметы и применять их на отдельных участках советско-германского фронта.

Наши ранцевые огнеметы также являлись таким образцом, которому подражали иностранные армии. Немцы во время войны заменили электро-водородную систему зажигания у своих ранцевых огнеметов зажиганием при помощи патрончика, скопировав этот способ у нас. Американцы заимствовали в конце войны для своих ранцевых огнеметов наш способ зажигания при помощи патрончика.

Советские огнеметные танки, вооруженные автоматическим танковым огнеметом АТО-42, представляли один из наиболее современных образцов вооружения и успешно применялись на всех фронтах Великой Отечественной войны. Еще первые образцы наших огнеметных танков (ОТ-26, ОТ-130, ОТ-133) были такими специальными машинами, по образцу которых проектировались и строились различные огнеметные машины за рубежом.

Опыт Великой Отечественной войны дает множество примеров умелого и успешного применения огнеметно-зажигательных средств не только нашими Сухопутными войсками, но и Военно-Воздушными Силами.

Высокая оценка, данная товарищем Сталиным советскому оружию в его высказывании о том, что ...«Наше вооружение по качеству не только не уступало немецкому, но в общем даже превос-

ходило его», полностью относится и к дымовым и огнеметно-зажигательным средствам.

Стремясь к мировому господству, империалисты готовят новую войну. Народы Советского Союза, ведя за собой свободолюбивые народы стран народной демократии и все прогрессивное и передовое человечество, сплотились в борьбе за мир, против поджигателей новой войны.

Изучая и совершенствуя наше оружие, мы не должны забывать о дымовых и огнеметно-зажигательных средствах; они также нам нужны, как и другие специальные виды вооружения.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ НЕЙТРАЛЬНОГО ДЫМОПУСКА

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЫМОВЫХ ЗАВЕСАХ

§ 1. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ДЫМОВ

Использование естественных и искусственных дымов и туманов в военных целях имеет многовековую историю. Однако применение дымов и туманов в войнах прошлого носило случайный характер. Планомерное их применение началось только со времени первой мировой войны 1914—1918 гг.

В период подготовки к первой мировой войне в ряде стран были сделаны попытки получения искусственных дымов и туманов с целью маскировки действий военно-морского флота путем неполного сжигания топлива. Но только в русской армии уже в 1913 г. стоял вопрос о разработке дымовых средств и применении дымов с целью маскировки наземных войск. Русская армия первая и применила дымы для этой цели.

В период между первой и второй мировыми войнами продолжали развиваться как средства применения дымов, так и взгляды на их применение. Согласно взглядам, существовавшим в большинстве иностранных армий, дымы рассматривались только как средство обеспечения тактических задач. Указания на значение дымов в проведении операций крупного масштаба полностью отсутствовали.

В Советской Армии средства дымопуска и взгляды на применение дымов развивались своим самостоятельным путем. Наши взгляды исходили из положения, что дымы служат не только «новым типом камуфляжа» или «защитным покровом для войск», как считали заграницей, а являются средством обеспечения главным образом активных, наступательных действий. При этом дымы рассматривались преимущественно как тактическое средство, однако в задачи по применению дымов включались и такие, как введение противника в заблуждение относительно направления главного

удара и маскировка тыловых объектов. Это показывает, что дымам отводилась роль, по существу выходившая за рамки только тактического их применения.

В Великую Отечественную войну Советская Армия вступила, имея самостоятельные, сформировавшиеся взгляды на применение маскирующих дымов и разнообразные дымовые средства.

Советская Армия стала применять дымы уже с первых месяцев Великой Отечественной войны (август 1941 г.).

1941 год характеризуется в основном применением дымов для маскировки действий мелких подразделений. Однако в ходе войны применение дымов быстро приобретает большой размах. Уже в 1942 г. на некоторых фронтах дымы применялись в армейских операциях. Так, например, в сентябре 1942 г. два батальона химической защиты в течение двух недель почти непрерывно задымляли переправы 62-й армии через Волгу у Сталинграда.

Начиная со второй половины 1943 г. дымы применяются уже не только в армейском масштабе, но и в масштабе группы армий, а в 1944 и 1945 гг. дымы становятся необходимым элементом обеспечения фронтовой наступательной операции. Они успешно используются при форсировании рек Свирь, Неман, Западный Буг, Висла, Дунай, Одер и других многочисленных водных преград.

Дымы широко использовались для маскировки при проведении Львовской операции, операции 6-й армии при прорыве у Никополя и в ряде других крупных операций.

В 1943 г. дымовые средства получают широкое применение в системе противовоздушной обороны переправ через водные преграды и в системе противовоздушной обороны промышленных центров страны. Так, например, в период форсирования Днепра осуществлялась дымовая маскировка 69 переправ. В том же 1943 году была организована маскировка крупных промышленных центров страны: городов Горький, Саратов, Куйбышев.

В 1944 г. дымы начали широко применяться бронетанковыми и механизированными войсками.

Широкое применение получили дымы в уличных боях в период наступательных действий Советской Армии в 1945 г. (Кенигсберг, Штейнау, Бреслау, Будапешт, Вена, Данциг, Берлин).

Верховный Главнокомандующий товарищ Сталин в августе 1942 г. в период напряженных боев на Сталинградском направлении, среди других мероприятий по борьбе с прорвавшимся к Сталинграду противником, указывал: «Пользуйтесь дымами в изобилии, чтобы запутать врага» (радиограмма № 170582 от 23 августа 1942 г.).

Великая Отечественная война показала, что широкое, смелое и тактически грамотное применение маскирующих дымов способствует успешному выполнению боевых задач, значительно снижая потери в живой силе и технике. Так, например, в приказе войскам 5-й танковой армии от 28 июня 1942 г. отмечено, что 3-я гвардейская танковая бригада, применившая дымы, почти не имела безвозвратных потерь в материальной части, тогда как 148-я бригада,

действовавшая в тех же условиях, но без дымов, понесла значительные потери.

Опыт Великой Отечественной войны подтвердил правильность существовавшего в Советской Армии еще до начала войны взгляда на дымы, как на средство обеспечения главным образом активных наступательных действий. Дымы проявили себя как эффективное средство обеспечения боевых действий мелких подразделений при решении тактических задач, и как средство обеспечения крупных операций армейского и фронтового масштабов.

Опыт войны показал, что дымы не только служат средством маскировки войск от огня и наблюдения противника, но и способствуют осуществлению замысла командования и снижению потерь живой силы и техники. Дымы имеют большое значение как средство противовоздушной обороны тыловых объектов.

Дымовые средства Советской Армии прочно вошли в боевую практику войск и в систему противовоздушной обороны. Дальнейшее развитие и совершенствование дымовых средств, способов и тактики их применения является одной из важнейших задач военных химиков Советской Армии.

§ 2. ПОНЯТИЕ О ДЫМОВОМ ОБЛАКЕ И ЕГО МАСКИРУЮЩИХ СВОЙСТВАХ

Дымовое облако состоит из взвешенных в воздухе мельчайших частиц дымообразующего вещества. Дымообразующие вещества могут находиться в воздухе в виде дыма (твердые частицы) или в виде тумана (мельчайшие капельки жидкости).

В полевой практике обычно понятия дымов и туманов не разграничивают и искусственно создаваемые дымы и туманы, применяющиеся для целей маскировки, объединяют под общим названием д ы м о в. Этим термином мы и будем пользоваться.

Дымы содержат частицы различных размеров. Радиус частиц может находиться в пределах 10^{-4}—10^{-6} *см*.

Д ы м о в о й з а в е с о й называется непросматриваемая пелена (облако) искусственного дыма (тумана), создаваемая для целей маскировки.

Основными требованиями, предъявляемыми к дымовым завесам, являются большая кроющая (затемняющая) способность дымового облака и его устойчивость.

Под к р о ю щ е й (з а т е м н я ю щ е й) с п о с о б н о с т ь ю подразумевается способность дымового облака закрывать объект наблюдения от наблюдателя.

Под у с т о й ч и в о с т ь ю дымового облака подразумевается его способность длительное время держаться в воздухе, не оседая и не разрушаясь.

Кроющая способность и устойчивость дымового облака определяется рядом его свойств, рассматриваемых ниже.

Оптические явления в дымах. Способность дымового облака делать предметы невидимыми для наблюдателя объясняется оптиче-

скими явлениями, происходящими в дымах. Основные из этих явлений — рассеяние и поглощение света.

Луч света, проходя через дымовое облако, выходит из него менее интенсивным, чем при входе. Основными причинами ослабления луча света служат рассеяние и поглощение света дымовым облаком.

Рассеяние света. Под рассеянием света понимается отклонение дымовыми частицами лучей света в разные стороны при прохождении лучей сквозь дым.

Примером рассеяния может служить луч прожектора в туманном воздухе. В совершенно чистом воздухе луч прожектора со стороны невидим, но в тумане или в пыльном воздухе частицы тумана или пыли, попавшие в луч прожектора, рассеивают свет во все стороны. Рассеянный частицами свет, попадая в глаз наблюдателя, делает луч видимым.

Рассеяние света дымовым облаком вызывается преломлением света в частицах, отражением от их поверхности, диффракцией и другими причинами.

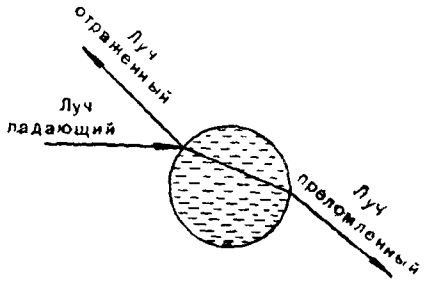


Рис. 1. Схема преломления и отражения света капелькой тумана

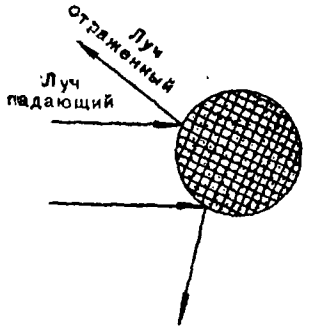


Рис. 2. Схема отражения света частицей дыма

Преломление и отражение света на границе дымовых частиц происходят, когда размеры частиц дыма больше длины волны проходящего света.

Преломлением света называется изменение направления луча света при переходе его из одной прозрачной среды в другую. Луч света, попадая из воздуха в жидкую частицу (капельку тумана), преломляется в ней при входе. При выходе из частицы в воздух луч преломляется вторично (рис. 1).

Кроме преломления, луч света, упавший на капельку тумана, испытывает отражение от ее поверхности, что также служит причиной рассеяния света частицами тумана. У непрозрачных дымовых частиц причиной рассеяния света является его непосредственное отражение от поверхности частиц (рис. 2).

Если размеры частиц примерно равны длине волны проходящего света, то причиной рассеяния является диффракция света.

Диффракция света заключается в том, что лучи света отклоняются от своего первоначального направления, когда они минуют края экранов или проходят через очень маленькие отверстия (рис. 3).

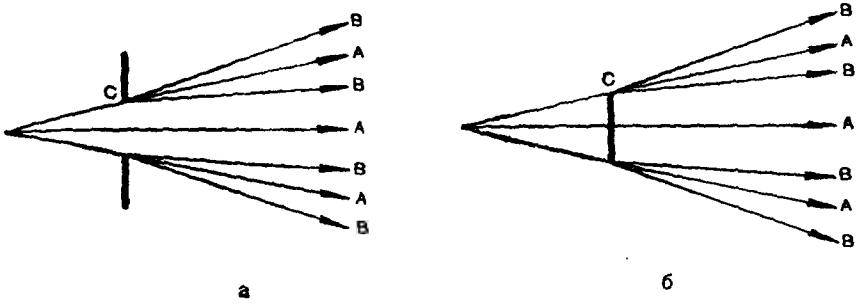


Рис. 3. Схема диффракции света
(*а* — около отверстия; *б* — около экрана):
А — направление первоначального луча; *В* — луч, отклонившийся вследствие диффракции; *С* — отверстие или экран

Частицу дыма можно рассматривать как маленький экран. Лучи света, минуя такую частицу, отклоняются от своего первоначального направления, что и служит причиной диффракционного рассеяния (рис. 4).

Если размеры частиц меньше длины волны света, рассеяние имеет более сложный характер и связано с физическими явлениями, происходящими внутри атомов.

Основную роль в рассеянии света в маскирующих дымах играет диффракционное рассеяние.

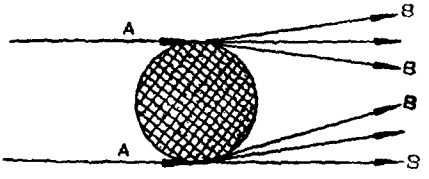


Рис. 4. Схема диффракционного рассеяния света частицей дыма:
А — лучи падающего света; *В* — лучи рассеянного света

Поглощение света. Дымовое облако способно не только рассеивать свет, но часть его поглощать. Поглощение света вызывается превращением лучистой энергии, попавшей в частицы дыма или на их поверхность, в какой-либо другой вид энергии, например в тепловую, химическую или электрическую.

Для маскировки применяются белые, а иногда и черные дымы. Различие в цвете объясняется неодинаковым рассеянием и поглощением света в этих дымах. В белых дымах из всего количества рассеянного и поглощенного света на долю поглощенного света приходится всего лишь 10—30%, а остальные 70—90% света рассеиваются. Следовательно, основную роль в ослаблении световых лучей в белых дымах играет рассеяние света.

В черных дымах доля поглощенного света составляет до 80% от всего поглощенного и рассеянного света. Следовательно, в черных дымах основная роль в ослаблении световых лучей принадлежит поглощению света.

Коэфициент ослабления света. В дымах различной плотности или при различной толщине слоя дыма ослабление проходящего света будет неодинаковое.

Для оценки способности дыма ослаблять проходящий через него свет служит коэфициент ослабления света K.

Приближенное понятие о коэфициенте ослабления света вытекает из следующих рассуждений.

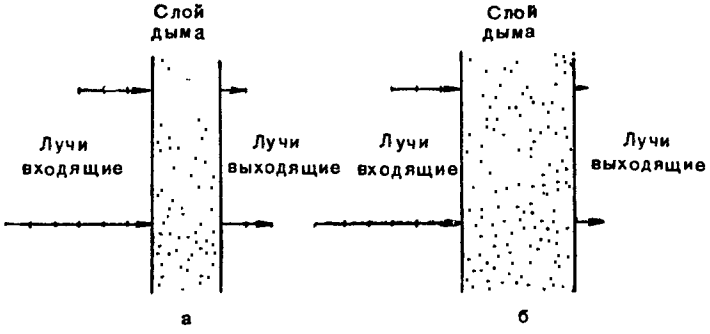


Рис. 5. Ослабление света в дымовом облаке:

а — слой дыма малой толщины; лучи света ослабляются на две трети своей первоначальной яркости; *б* — слой дыма большой толщины; лучи света ослабляются больше чем на две трети своей первоначальной яркости (числом делений условно показана яркость лучей света)

Будем освещать дымовое облако известной толщины лучом света определенной яркости. Допустим, что луч, пройдя сквозь облако, потеряет две трети своей первоначальной яркости. Если теперь то же облако дыма, не меняя его толщины, освещать лучом света меньшей яркости, то, как показывает опыт, и в этом случае потеря яркости составит две трети ее первоначальной величины (рис. 5).

Таким образом, доля рассеянного и поглощенного света в данном дымовом облаке, при его постоянной толщине и плотности, не зависит от яркости света, входящего в облако, и поэтому является величиной, характеризующей данное облако.

Однако если увеличить толщину дымового облака и освещать его лучом света, допустим той же яркости, что и в первом случае, то потеря яркости будет больше, чем две трети первоначальной величины. Поэтому для оценки способности дыма ослаблять свет независимо от толщины слоя дыма необходимо долю рассеянного и поглощенного в облаке света относить к единице толщины облака.

Приближенно коэфициент ослабления света показывает, какая часть света, поступившего в облако дыма, рассеивается и поглощается на пути, равном единице толщины облака [1].

Коэфициент ослабления света даже для одного и того же дымообразующего вещества не является постоянной величиной.

Вернемся к тому дымовому облаку, в котором луч света ослабляется на две трети своей первоначальной яркости. Не меняя толщины облака, увеличим его плотность, например, в два раза и будем освещать лучом той же яркости, что и в первом случае (рис. 6).

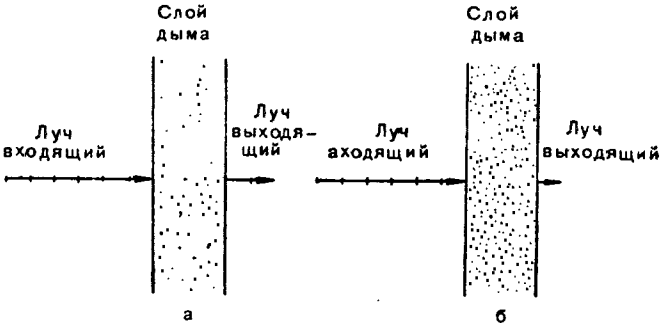


Рис. 6. Ослабление света дымом разной концентрации:

а — слой дыма малой концентрации; лучи света ослабляются на две трети своей первоначальной яркости; *б* — слой дыма большой концентрации; лучи света ослабляются больше чем на две трети своей первоначальной яркости (числом делений условно показана яркость лучей света)

В этом случае ослабление света будет более значительным, чем в облаке малой плотности, и потеря яркости света составит не две трети первоначальной величины, а больше. Следовательно, и коэфициент ослабления света увеличится.

Опыт показывает, что коэфициент ослабления света для одного и того же дымообразующего вещества увеличивается пропорционально плотности дыма, т. е. пропорционально его концентрации.

Зная коэфициент ослабления света, можно найти зависимость между интенсивностью света и толщиной слоя дыма, через который этот свет прошел. Эта зависимость выражается формулой

$$\frac{I}{I_0} = e^{-Kd}, \qquad (1)$$

где I — интенсивность света, прошедшего сквозь слой дыма;

I_0 — интенсивность света, входящего в дымовое облако;

K — коэфициент ослабления света, $м^{-1}$;

d — толщина слоя дыма, через который проходит луч света, $м$;

$e = 2{,}71$.

Пример. Определить, во сколько раз произойдет ослабление луча света при прохождении его через слой дыма толщиной 20 $м$. Коэфициент ослабления света принять равным 0,1 $м^{-1}$.

---

[1] Эта формулировка будет тем более точной, чем более тонкий слой дыма мы будем брать при расчете.

Решение. Найдем отношение интенсивности светового луча при входе в облако к его интенсивности при выходе:

$$\frac{I_0}{I} = \frac{1}{e^{-Kd}} = \frac{1}{2{,}71^{-0{,}1 \cdot 20}} = 2{,}71^2 = 7{,}34.$$

Луч света, пройдя слой дыма толщиной 20 *м*, будет ослаблен в 7,34 раза.

Дальность видимости. Для оценки маскирующих свойств дымового облака пользуются понятием дальности видимости.

Будем наблюдать, например, передвигающегося в середине дымового облака человека. По мере удаления человека от наблюдателя видимость его будет ухудшаться и на каком-то определенном расстоянии человек скроется из виду. Это расстояние и будет дальностью видимости.

Следовательно, дальностью видимости называется толщина слоя дыма, достаточная для сокрытия фигуры человека от наблюдателя.

Чем меньше дальность видимости, тем лучше маскирующие свойства дымового облака. И, наоборот, чем больше дальность видимости, иначе говоря, чем больше то расстояние, на котором можно обнаружить человека, находящегося в дымовом облаке, тем хуже маскирующие свойства дымового облака.

Дальность видимости зависит главным образом от свойств дымообразующего вещества и концентрации дыма в дымовом облаке. Кроме того, имеют значение условия освещения, яркость и цвет наблюдаемого объекта и окружающих предметов (фона), относительная влажность воздуха и другие причины.

Свойства дымообразующего вещества существенным образом влияют на дальность видимости. Если, например, при применении такого дымообразующего вещества, как жидкая дымовая смесь С-4, будет получена дальность видимости, равная 20 *м*, то при применении в качестве дымообразующего вещества белого фосфора при тех же условиях дымопуска дальность видимости составит всего лишь 5 *м*.

Увеличение концентрации дыма в дымовом облаке приводит к уменьшению дальности видимости. Роль концентрации можно видеть, наблюдая поведение дымового облака в атмосфере. В начальный момент после образования дымового облака концентрация в нем велика, облако плотное и дальность видимости мала. По мере рассеивания дымового облака концентрация дыма уменьшается, облако редеет, дальность видимости в нем увеличивается.

Как уже указывалось, свойства дымообразующего вещества и концентрация дыма влияют на величину коэфициента ослабления света. Пользуясь коэфициентом ослабления света, можно найти дальность видимости.

Для черного предмета (не отражающего падающие на него лучи света), находящегося в середине дымовой завесы, освещен-

ной равномерно со всех сторон, дальность видимости определяется по формуле

$$S = \frac{4{,}4}{K}, \qquad (2)$$

где S — дальность видимости, *м*;
K — коэфициент ослабления света, $м^{-1}$.

Пример. Вычислить дальность видимости черного предмета, если коэфициент ослабления света $K = 0{,}4\ м^{-1}$.

Решение

$$S = \frac{4{,}4}{K} = \frac{4{,}4}{0{,}4} = 11\ м.$$

Серые или белые предметы, находящиеся в дыму, видны несколько хуже, чем черные, т. е. дальность видимости для них меньше. Однако разница не настолько велика, чтобы с ней можно было считаться в полевых условиях. Поэтому при расчетах можно пользоваться той же формулой дальности видимости, что и для черных предметов.

В тех случаях, когда белый предмет освещен прямыми солнечными лучами, дальность видимости его может стать больше, чем дальность видимости черного предмета. Особенно сильно увеличивается дальность видимости в дыму полированных металлических поверхностей, на которые падают солнечные лучи.

Когда наблюдаемый объект находится вне дыма и наблюдается сквозь дымовое облако на фоне окружающих его местных предметов, имеют значение яркость и цвет объекта и фона. Если, например, солдат в белом маскировочном халате на фоне снега наблюдается через дымовое облако, то видимость его будет хуже, чем видимость солдата без маскировочного халата. Малая разница в яркости и цвете белого халата и фона в этом случае приводит к уменьшению дальности видимости [1].

В некоторых случаях имеет значение также и цвет дыма. Например, при наблюдении объекта на фоне окружающих его предметов сквозь облако черного дыма дальность видимости будет больше, чем при применении белого дыма. Это говорит о том, что маскирующие свойства черного дыма хуже, чем белого.

Маскирующая способность. Для одного и того же дымообразующего вещества дальность видимости, как было показано выше, может быть различной при различных условиях дымопуска. Поэтому дальность видимости не может полностью характеризовать дымообразующее вещество.

Важной характеристикой дымообразующих веществ является величина, которая называется маскирующей способностью и обозначается МС.

---

[1] Точнее сказать не разница в яркости, а контраст яркости, т. е. отношение разницы яркостей предмета и фона к яркости фона.

Маскирующей способностью называется коэфициент ослабления света дымовым облаком, полученным при расходе 1 *г* дымообразующего вещества для получения 1 $м^3$ дыма.

Величину маскирующей способности находят делением коэфициента ослабления света, полученного опытным путем, на концентрацию:

$$МС = \frac{K}{C}, \qquad (3)$$

где МС — маскирующая способность, $м^2/г$;

K — коэфициент ослабления света, $м^{-1}$;

C — расчетная концентрация, равная отношению веса израсходованного дымообразующего вещества к объему полученного дыма; измеряется в $г/м^3$.

Необходимо отличать расчетную концентрацию от весовой концентрации, равной отношению веса находящегося в воздухе дыма к объему, который он занимает.

Размериость МС $\left(\frac{м^2}{г}\right)$ получится, если разделить размериость коэфициента ослабления света ($м^{-1}$) на размериость концентрации $\left(\frac{г}{м^3}\right)$

$$[МС] = \frac{м^{-1}}{\frac{г}{м^3}} = \frac{м^3}{г \cdot м} = \frac{м^2}{г}.$$

Маскирующая способность — величина переменная; она зависит от степени использования дымообразующего вещества (от коэфициента использования) и относительной влажности воздуха.

Коэфициент использования. Обычно не все израсходованное при дымопуске дымообразующее вещество используется для образования дыма: часть его теряется в процессе дымообразования.

Отношение веса дымообразующего вещества, перешедшего в дымовое облако, к весу израсходованного при этом дымообразующего вещества называется коэфициентом использования (КИ):

$$КИ = \frac{g_2}{g_1}, \qquad (4)$$

где g_1 — вес израсходованного дымообразующего вещества (*г* или *кг*);

g_2 — вес дымообразующего вещества, перешедшего в дымовое облако (*г* или *кг*).

При использовании жидких дымообразующих веществ, распыляемых из дымовых машин и приборов, потери происходят вследствие того, что часть капель дымообразующего вещества не успевает полностью испариться в воздухе и падает на землю, не участвуя в дымообразовании. Коэфициент использования данного дымообразующего вещества в машинах и приборах представляет собой величину переменную и зависит от устройства машин (приборов), условий их работы и температуры воздуха.

Коэфициент использования жидкой дымовой смеси С-4 составляет всего лишь примерно 0,35 (при 15° С). В лабораторных условиях путем испарения дымовой смеси при ее нагревании удалось получить коэфициент использования, близкий к 0,80.

При применении дымовых шашек потери происходят вследствие того, что часть дымообразующего вещества при действии шашки сгорает. Коэфициент использования для дымовых шашек практически является величиной постоянной.

Зависимость маскирующей способности (МС) от величины коэфициента использоваиия (КИ) можно показать на следующем примере. Будем производить дымопуск дымовой смесью С-4. Примем КИ равным 0,35, расчетную концентрацию C равной 0,13 $г/м^3$ и коэфициент ослабления света K равным 0,44 $м^{-1}$.

Определим маскирующую способность дымовой смеси С-4:

$$\text{МС} = \frac{K}{C} = \frac{0{,}44}{0{,}13} = 3{,}4\,\frac{м^2}{г}.$$

Пусть теперь благодаря применеиию более совершенного дымового прибора величина коэфициеита использоваиия возросла в два раза и стала равной 0,7. Это значит, что при той же расчетной концеитрации 0,13 $г/м^3$ в каждый кубический метр воздуха стало поступать вдвое больше дыма, вследствие чего коэфициент ослабления света K также увеличится вдвое и станет равным не 0,44 $м^{-1}$, а 0,88 $м^{-1}$. Определим величиiу маскирующей способиости в этом случае:

$$\text{МС} = \frac{0{,}88}{0{,}13} = 6{,}8\,\frac{м^2}{г}.$$

Таким образом, с увеличеиием коэфициента использования в два раза маскирующая способность (МС) возросла также в два раза.

Из этого примера видно, что маскирующая способность дымообразующих веществ увеличивается пропорционально коэфициенту использования.

Наибольшая величина маскирующей способности будет при наибольшем значении коэфициента использоваиия, т. е. в том случае, когда все расходуемое дымообразующее вещество полиостью используется для образования дыма. При этом согласио формуле (4) коэфициент использования равен единице.

Найдем величину маскирующей способиости при КИ, равном единице.

При возрастаии КИ от 0,35 до едииицы в каждый кубический метр воздуха станет поступать в $\frac{1}{0{,}35} = 2{,}86$ раза больше дыма, вследствие чего коэфициент ослабления света K также увеличится в 2,86 раза:

$$K = 0{,}44 \cdot 2{,}86 = 1{,}26\ м^{-1}.$$

Величину маскирующей способиости найдем из отношения (3):

$$\text{МС} = \frac{1{,}26}{0{,}13} = 9{,}7\,\frac{м^2}{г}.$$

Маскирующая способность при полиом использовании израсходоваиного дымообразующего вещества, когда КИ = 1, называется полной маскирующей способностью и обозначается ПМС.

Следовательно, в разобранiом примере ПМС = 9,7 $м^2/г$.

Полная маскирующая способность достаточно определенио характеризует собой дымообразующее вещество. Однако в большинстве случаев дымообразующее вещество используется только частично. Поэтому для практических расчетов пользуются поиятием «маскирующая способиость», которое учитывает величину коэфициента использования дымообразующего вещества.

Относительная влажность воздуха и маскирующая способность. В большинстве случаев дымовые частицы, находящиеся в воздухе в жидком или твердом состоянии, способны поглощать из воздуха влагу, содержащуюся в нем в виде пара. Процесс поглощения влаги имеет чрезвычайно важное практическое значение: чем больше влаги поглощают частицы из воздуха, тем больше образуется дыма, тем больше коэфициент ослабления света K при данной расчетной концентрации и неизменном коэфициенте боевого использования и тем, следовательно, больше маскирующая способность. С увеличением относительной влажности воздуха поглощение влаги, как правило, увеличивается, что приводит к увеличению маскирующей способности. Поэтому высокая относительная влажность воздуха благоприятствует применению дыма.

Маскирующая способность некоторых дымообразующих веществ при различных значениях относительной влажности воздуха приведена в табл. 1.

Таблица 1

Маскирующая способность некоторых дымообразующих веществ (в $м^2/г$) в зависимости от относительной влажности воздуха

Относительная влажность, % / Дымообразующее вещество	25 и ниже	40	50	60	70	80	90	Около 100
Фосфор белый	11	—	13,3	—	—	16,9	21	24,4
Смесь А-12 (в дымовых шашках ДМ-11 и БДШ)	2,9	2,9	2,9	2,9	3,4	4,4	5,9	8,8
Жидкая дымовая смесь С-4	2	2,2	2,4	2,7	3,4	4,4	5,5	7,3

Маскирующая способность и дальность видимости. Маскирующая способность служит не только в качестве характеристики маскирующих свойств различных дымообразующих веществ. Зная маскирующую способность, можно рассчитать величину дальности видимости. Для этого воспользуемся формулой (2):

$$S = \frac{4{,}4}{K}.$$

Коэфициент ослабления света может быть найден из формулы (3):

$$K = МС \cdot C.$$

Подставив найденное значение K в формулу (2), получим

$$S = \frac{4{,}4}{МС \cdot C}, \qquad (5)$$

где S — дальность видимости, $м$;
МС — маскирующая способность, $м^2/г$;
C — расчетная концентрация, $г/м^3$.

Пример 1. Определить дальность видимости при дымопуске дымовой смесью С-4, если расчетная концентрация равна 0,15 *г/м*³. Маскирующую способность дымовой смеси С-4 принять равной 3,5 *м*²/*г*.

Решение.

$$S = \frac{4{,}4}{\text{МС} \cdot C} = \frac{4{,}4}{3{,}5 \cdot 0{,}15} = 8{,}4 \text{ м}.$$

Пример 2. Определить, сколько смеси А-12 надо израсходовать на каждый кубический метр воздуха, чтобы получить дальность видимости в дымовой завесе, равную 20 *м*, при относительной влажности воздуха 50%.

Решение. Из формулы дальности видимости (5) получим

$$C = \frac{4{,}4}{\text{МС} \cdot S} = \frac{4{,}4}{2{,}9 \cdot 20} = 0{,}076 \text{ г/м}^3.$$

Маскирующий вес. Наряду с понятием маскирующей способности в качестве характеристики дымообразующего вещества применяется также понятие маскирующего веса.

Маскирующий вес представляет собой количество дымообразующего вещества, которое необходимо затратить для полной маскировки предмета площадью 1 *м*². Маскирующий вес обозначается МВ и имеет размерность [*г/м*²].

Численно маскирующий вес равен произведению дальности видимости на расчетную концентрацию:

$$\text{МВ} = SC, \tag{6}$$

где S — дальность видимости, *м*;
C — расчетная концентрация, *г/м*³.

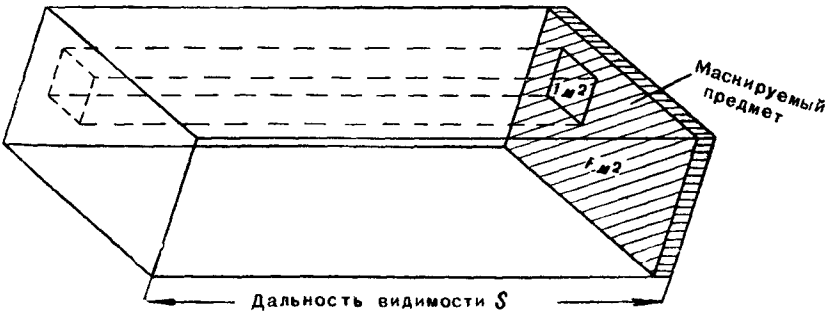


Рис. 7. Маскирующий вес (МВ). Длина выделенного в дымовом облаке параллелепипеда равна дальности видимости; площадь основания F *м*², расчетная концентрация C *г/м*³

Выделим в облаке дыма объем в виде параллелепипеда или какой-либо другой фигуры, так чтобы площадь основания фигуры равнялась F *м*², а маскируемый предмет служил основанием фигуры (рис. 7).

Очевидно, что для того, чтобы полностью замаскировать предмет, длина параллелепипеда должна быть равна дальности видимости S.

Определим, какое количество дымообразующего вещества необходимо для того израсходовать.

Объем выделенного нами параллелепипеда равен произведению его длины на площадь основания, т. е. SF кубических метров. Для получения одного кубического метра дыма расходуется C г дымообразующего вещества. Следовательно, для заполнения дымом всего параллелепипеда потребуется израсходовать SFC г дымообразующего вещества. Очевидно, что если площадь маскируемого объекта будет не F м², а всего лишь 1 м², как показано на рис. 7, то для его маскировки потребуется в F раз меньше дымообразующего вещества:

$$\frac{SFC}{F} = SC.$$

Это и есть маскирующий вес МВ.

Величину маскирующего веса часто используют при расчетах вместо величины маскирующей способности. Действительно, зная МВ и C, можно найти S. Из формулы (6) следует:

$$S = \frac{\text{МВ}}{C}. \qquad (7)$$

Из формулы (7) видно, что чем больше маскирующий вес, тем при тех же условиях больше дальность видимости, т. е. хуже маскирующие свойства дымообразующего вещества.

Это также можно видеть, если в формулу (6) подставить значение S из формулы (5):

$$\text{МВ} = \frac{4{,}4}{\text{МС}\cdot C}\cdot C = \frac{4{,}4}{\text{МС}}. \qquad (8)$$

Из этой формулы видно, что чем больше маскирующая способность, тем меньше необходимо затратить дымообразующего вещества для маскировки предмета.

Влияние коэфициента использования и относительной влажности воздуха на величину МВ учитывается маскирующей способностью: чем больше коэфициент использования и относительная влажность воздуха, тем больше МС и тем, следовательно, меньше МВ, т. е. меньше дымообразующего вещества необходимо израсходовать для полной маскировки предмета.

Маскирующий вес некоторых дымообразующих веществ при различных значениях относительной влажности воздуха приведен в табл. 2.

Таблица 2

Маскирующий вес некоторых дымообразующих веществ (в г/м²) в зависимости от относительной влажности воздуха

Дымообразующее вещество \ Относительная влажность, %	25 и ниже	40	50	60	70	80	90	О коло 100
Фосфор белый	0,4	—	0,33	—	—	0,26	0,21	0,18
Смесь А-12 (в дымовых шашках ДМ-11 и БДШ)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,0	0,75	0,5
Дымовая смесь С-4 . .	2,2	2,0	1,8	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6

Если предположить, что дымовые частицы не поглощают влаги из воздуха и что расходуемое дымообразующее вещество полностью используется для получения дыма (т. е. КИ = 1), то вес израсходованного дымообразующего вещества будет равен весу полученного дыма и поэтому маскирующий вес будет численно равен весу дыма, заключенного в выделенном параллелепипеде (рис. 7) с длиной S и площадью основания 1 $м^2$.

§ 3. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПОВЕДЕНИЕ ДЫМОВОЙ ЗАВЕСЫ

При постановке дымовых завес обычно наблюдается следующая картина.

Облако дыма, образованное при помощи, например, дымовой машины или дымовых шашек, не остается постоянным, а непрерывно меняется. Двигаясь по направлению ветра, оно постепенно увеличивается в объеме, концентрация дыма в облаке по мере удаления от источника дыма уменьшается, облако редеет, дальность видимости в нем становится больше. В отдельных случаях дымовое облако может изменить направление своего движения или даже подняться вверх.

Большое влияние на поведение дымового облака оказывают метеорологические условия и характер местности. Кроме того, имеют значение, также и свойства самого дыма. Однако необходимо отметить, что разнообразие современных технических средств дымообразования позволяет при умелом их применении создавать дымовые завесы почти при любой погоде и на любой местности. Но неблагоприятные условия погоды могут потребовать такого большого расхода дымовых средств, что применение дыма может стать нецелесообразным.

Наиболее сильное влияние на поведение дымового облака в атмосфере оказывают следующие элементы погоды: во-первых, направление и скорость ветра и, во-вторых, степень вертикальной устойчивости атмосферы. Кроме того, на поведение дымового облака влияют осадки.

Направлением ветра определяется направление движения дымового облака. В зависимости от направления ветра решается вопрос о выборе тех или иных средств для постановки дымовых завес. Например, при ветре на противника дымовые завесы могут быть созданы любыми дымовыми средствами, тогда как при встречном ветре (от противника) могут быть использованы главным образом средства, позволяющие создавать дымовые завесы в расположении противника, т. е. артиллерийские дымовые средства и дымовые средства авиации. Кроме того, от направления ветра зависит потребный расход дымовых средств [1].

Скоростью ветра определяется скорость движения дымового облака.

---

[1] Подробнее о роли направления ветра на создание дымовых завес изложено в главе IX.

Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости атмосферы оказывают решающее влияние на интенсивность рассеивания дыма и глубину проникания дымового облака.

Влияние скорости ветра на поведение и устойчивость дымового облака. Наблюдая за поведением дымовых завес при различных скоростях ветра, можно легко увидеть, что чем больше скорость ветра, тем быстрее происходит рассеивание дымового облака, тем меньше расстояние, на которое оно проникает, не теряя своих маскирующих свойств.

Увеличение интенсивности рассеивания дымового облака с увеличением скорости ветра объясняется следующим.

Воздух при своем движении всегда испытывает трение о поверхность земли. Под влиянием травы, кустарника, различных местных предметов и неровностей почвы в воздухе появляются струйки и вихри различных направлений и скоростей. Неупорядоченное движение струек и вихрей приводит к непрерывному перемешиванию соседних слоев воздуха. Такое перемешивание называется турбулентным перемешиванием. Если в воздух, в котором присходит турбулентное перемешивание, ввести дым, то можно наблюдать, как дымовое облако, перемешиваясь с соседними слоями чистого воздуха, с течением времени распространяется все в большем и большем объеме. Чем интенсивнее турбулентное перемешивание, тем быстрее распространяется дым в атмосфере, тем быстрее падает его концентрация.

При малых скоростях ветра турбулентное перемешивание происходит наименее интенсивно. С увеличением скорости ветра увеличивается трение воздуха о поверхность земли, вследствие чего усиливается неупорядоченное движение воздушных вихрей и струек, и рассеивание дымового облака под влиянием турбулентного перемешивания происходит быстрее.

Наиболее благоприятен для постановки дымовых завес ветер, обладающий скоростью 3—5 *м/сек*. Дымовые завесы можно применять также и при бо́льших скоростях ветра, однако при этом требуется увеличивать расход дымовых средств. Ветер, обладающий скоростью более 9 *м/сек*, неблагоприятен для создания дымовых завес, так как приводит к быстрому рассеиванию дымового облака. Точно так же неблагоприятен для дымопуска ветер со скоростью менее 1,5 *м/сек*, так как слабые ветры неустойчивы по направлению и характерны внезапными затуханиями до штиля.

Влияние степени вертикальной устойчивости атмосферы на поведение дымового облака. При одной и той же скорости ветра интенсивность рассеивания дыма, а следовательно, и эффективность дымовой завесы может быть различна.

Например, в ясный летний день даже при слабом ветре может наблюдаться быстрое рассеивание дымового облака и подъем его в верхние слои воздуха, тогда как после захода солнца при том же ветре облако может проникнуть на значительное расстояние, двигаясь в приземном слое воздуха.

Такое различие в поведении дымового облака при одной и той же скорости ветра происходит в силу различных степеней вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха.

Различают три степени вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха: инверсию (первая степень устойчивости), изотермию (вторая степень) и конвекцию (третья степень).

При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних. Инверсия наблюдается в ночное время при безоблачном небе или при облаках верхнего яруса (перистых).

При инверсии турбулентное перемешивание минимальное, атмосфера находится в наиболее устойчивом состоянии. Дымовое облако рассеивается медленно и движется под влиянием ветра непосредственно у поверхности земли. При инверсии создаются наиболее благоприятные условия для дымопуска.

При изотермии температура воздуха у поверхности земли практически одинакова с температурой в верхних слоях воздуха (до высоты примерно 20—30 *м*). Изотермия наблюдается в пасмурную погоду в зимние дни, а также может быть и летом в утренние и вечерние часы. При изотермии турбулентное перемешивание выражено более резко, чем при инверсии, однако условия для дымопуска остаются благоприятными, особенно при пасмурной погоде.

При конвекции нижние слои воздуха теплее верхних. Конвекция наблюдается в солнечные дни, при отсутствии облачности, начинаясь примерно через 2½ часа после восхода солнца и кончаясь примерно за 2½ часа до его захода. Нагретая земля отдает тепло нижним слоям воздуха. Эти слои, нагреваясь и становясь более легкими, поднимаются вверх, вытесняясь более холодными и плотными слоями.

При конвекции образуется ряд местных токов и течений и происходит непрерывное турбулентное перемешивание воздуха. Образованное при конвекции дымовое облако в результате интенсивного турбулентного перемешивания быстро рассеивается, поднимаясь в верхние слои воздуха. Конвекция крайне неблагоприятна для дымопуска при маскировке от наземного противника, но способствует лучшему задымлению высоких сооружений при маскировке тыловых объектов от воздушного противника.

Степень вертикальной устойчивости атмосферы характеризуется градиентом температур.

Градиентом температур Δt называется разность температур воздуха на высоте 20 *см* и 150 *см* над поверхностью земли.

$$\Delta t = t_1 - t_2, \tag{9}$$

где t_1 — температура воздуха на высоте 20 *см*;

t_2 — температура воздуха на высоте 150 *см*.

Отрицательный градиент температур указывает на наличие инверсии; положительный градиент свидетельствует о наличии конвекции. При градиенте температур, близком к нулю, наблюдается состояние изотермии.

Из всего сказанного следует, что как скорость ветра, так и степень вертикальной устойчивости атмосферы определяет собой интенсивность турбулентного перемешивания (степень турбулентности) дыма с чистыми слоями воздуха и, таким образом, играют основную роль в рассеивании дымовой завесы и дальности ее проникания. Кроме того, от степени вертикальной устойчивости атмосферы зависит также устойчивость дымовой завесы в целом: будет ли облако дыма двигаться в приземном слое воздуха или под влиянием восходящих токов воздуха поднимется вверх.

В настоящее время в результате работ советских ученых и исследователей найдена возможность с достаточной для полевой практики точностью учитывать влияние скорости ветра и степени вертикальной устойчивости на поведение дымовых завес.

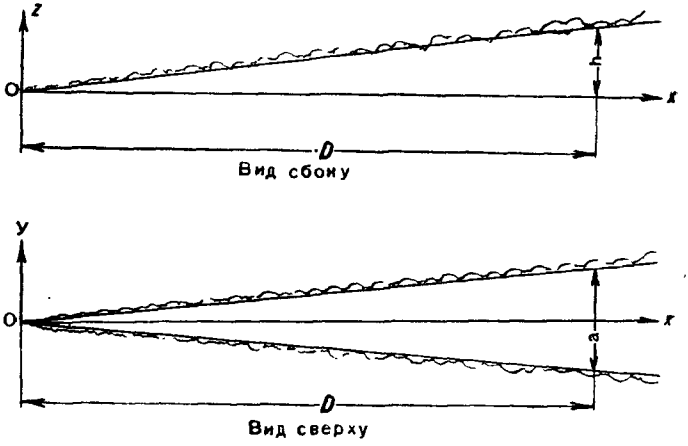


Рис. 8. Форма дымового облака

Советскими учеными разработана теория распределения концентраций дыма в дымовом облаке. Эта теория дала возможность решить ряд важнейших практических задач по применению наземных дымовых завес.

Форма дымовой завесы. Выше указывалось, что вследствие турбулентности атмосферы и непрерывного перемешивания дыма с окружающим чистым воздухом видимый объем дымового облака постепенно увеличивается по мере удаления от источника дыма. Дымовое облако, увеличиваясь в объеме, приобретает приблизительно форму полуконуса с вершиной в точке дымопуска. Вид сбоку и сверху на дымовое облако изображен на рис. 8. Линия *OX* есть директриса движения облака.

Директрисой движения облака называется линия, мысленно проведенная через источник дыма и совпадающая с направлением ветра.

Ширина дымового облака меняется с расстоянием; ее можно определить по формуле

$$a = 2{,}9\sqrt{D}, \qquad (10)$$

где a — ширина дымового облака, *м*;

D — расстояние от источника дыма, *м*.

Высота h дымового облака зависит от степени вертикальной устойчивости атмосферы. При конвекции высота облака больше, чем при других степенях устойчивости и равна примерно 0,1 расстояния от источника дыма.

Концентрация дыма в дымовой завесе. Концентрация дыма в дымовой завесе является величиной переменной. В одной и той же дымовой завесе она зависит от расстояния от источника дыма. При постановке дымовых завес в разных условиях концентрация

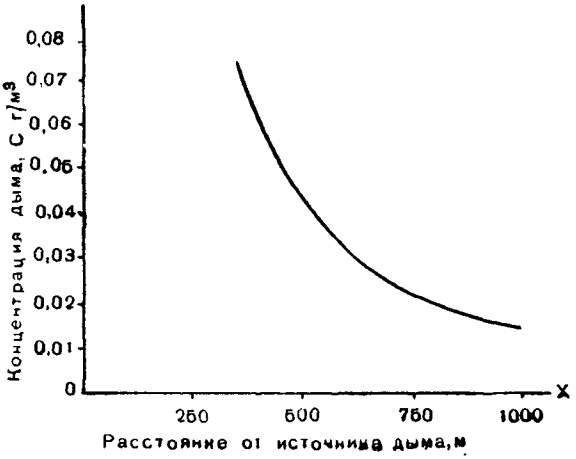


Рис. 9. Изменение концентрации дыма вдоль директрисы движения дымового облака

дыма зависит главным образом от скорости ветра, степени вертикальной устойчивости атмосферы, количества дымообразующего вещества, расходуемого в единицу времени, и коэфициента использования.

Как указывалось выше, концентрация в дымовом облаке уменьшается по мере увеличения расстояния от источника дыма. Изменение концентрации вдоль директрисы движения дымового облака показано на рис. 9. Точка O (начало координат) соответствует месту, в котором находится источник дыма. Ход кривой показывает, что наиболее быстрое падение концентрации наблюдается вблизи источника дыма. По мере удаления от источника уменьшение концентрации происходит менее интенсивно.

По ширине дымового облака концентрация также не остается постоянной. Наблюдая поведение дымового облака, можно заметить, что края облака всегда выглядят «размытыми», прозрач-

ными. Резкой границы между облаком и окружающим чистым воздухом нельзя обнаружить. Очевидно, что наибольшая концентрация дыма должна быть в середине облака. На рис. 10 и 11 показано изменение концентрации по ширине дымового облака (вдоль линии OY, перпендикулярной к директрисе). Точка O лежит на директрисе облака.

Рис. 10. Изменение концентрации дыма по ширине дымового облака:

I — на расстоянии 500 *м* от источника дыма; *II* — на расстоянии 1000 *м* от источника дыма; *III* — на расстоянии 2000 *м* от источника дыма

Из рис. 10 и 11 видно, что на небольших расстояниях от источника дыма (кривая *I*, соответствующая расстоянию 500 *м* от источника) происходит резкое падение концентрации по мере удале-

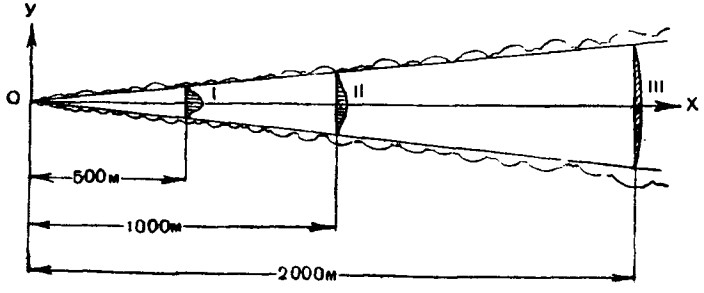


Рис. 11. Распределение концентраций дыма по длине и ширине дымового облака

ния от середины облака (от директрисы) к его границе. На больших расстояниях от источника (кривая *III*, соответствующая расстоянию 2000 *м* от источника) концентрация по ширине облака меняется весьма незначительно. Практически ее можно считать постоянной.

Для определения концентрации дыма в дымовом облаке советскими учеными выведена формула, которая учитывает не только влияние расстояния от источника дыма, но также и влияние скорости ветра, степень вертикальной устойчивости атмосферы и расход дымообразующего вещества. Формула имеет следующий вид:

$$C = \frac{400\,Q}{k\,u\,D^{1,5}}, \qquad (11)$$

где C — расчетная концентрация дыма на расстоянии D от источника, *г/м*³;

Q — расход дымообразующего вещества, *кг/мин*;

u — скорость ветра, *м/сек*;

D — расстояние от источника дыма до точки, в которой определяется концентрация, *м*;

k — величина, характеризующая степень вертикальной устойчивости атмосферы; значения k для разных степеней вертикальной устойчивости даны в таблице.

Как упоминалось, на больших расстояниях от источника концентрация дыма по ширине облака меняется весьма незначительно (кривая *III* на рис. 10 и 11). Так как обычно расчет ведется для достаточно больших расстояний от источника дыма, то в дальнейшем будем принимать, что величина C, выражаемая формулой (11), по ширине облака не меняется.

Степень устойчивости	k
Первая (инверсия) . . .	2
Вторая (изотермия) . .	3
Третья (конвекция) . .	4

Пример. Определить концентрацию дыма на расстоянии 1000 *м* от места дымопуска. Дымопуск производится при расходе дымовой смеси С-4 8 *кг/мин*. Скорость ветра 4 *м/сек*. Инверсия.

Решение

$$C = \frac{400\,Q}{k\,u\,D^{1,5}} = \frac{400 \cdot 8}{2 \cdot 4 \cdot 1000^{1,5}} = 0{,}0127\ г/м^3.$$

При помощи формулы (11) можно найти дальность видимости в дымовой завесе на заданном расстоянии от источника дыма. Вспомним, что дальность видимости определяется по формуле (7)

$$S = \frac{\text{МВ}}{C}.$$

Подставив в эту формулу значение C из формулы (11), получим

$$S = \frac{\text{МВ}}{C} = \frac{\text{МВ} \cdot k\,u\,D^{1,5}}{400\,Q}, \qquad (12)$$

где S — дальность видимости на расстоянии D от источника дыма, *м*;

МВ — маскирующий вес дымообразующего вещества, *г/м*².

Остальные обозначения те же, что и в формуле (11).

Пример. Определить дальность видимости в дымовой завесе на расстоянии 500 *м* от источника дыма при одновременном сжигании 10 дымовых шашек в одном месте. Скорость ветра 2 *м/сек*. Изотермия. Маскирующий вес дымообразующего вещества 1,5 *г/м*^{2}, расход его в одной шашке 0,35 *кг/мин*.

Решение. 1. Расход дымообразующего вещества в десяти шашках:

$$0{,}35 \cdot 10 = 3{,}5 \text{ кг/мин}.$$

2. Дальность видимости

$$S = \frac{\text{МВ} \cdot k\,u\,D^{1,5}}{400\,Q} = \frac{1{,}5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 500^{1,5}}{400 \cdot 3{,}5} = 36 \text{ м}.$$

Непросматриваемая длина дымовой завесы от одиночного источника дыма. Непросматриваемая длина дымовой завесы характеризует ее эффективность и, кроме того, является важной величиной, характеризующей боевые свойства того или иного образца дымовой аппаратуры (или дымовой шашки).

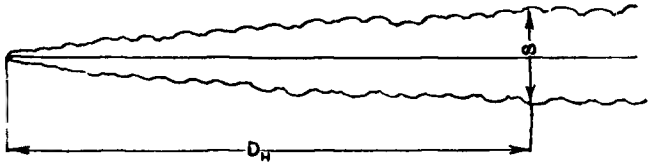


Рис. 12. Непросматриваемая длина дымовой завесы

Непросматриваемой длиной дымовой завесы $D_н$ называется такое расстояние от источника дыма вдоль директрисы, на котором дымовая завеса начинает просматриваться в направлении, перпендикулярном директрисе движения дымовой завесы (рис. 12).

Из этого определения следует, что на расстоянии $D_н$ от источника дыма ширина дымового облака $a_н$ должна быть равна дальности видимости S, т. е.:

$$a_н = S.$$

Концентрация дыма на расстоянии $D_н$ равна

$$C = \frac{400\,Q}{k\,u\,D_н^{1,5}}.$$

Вспомним, что маскирующий вес МВ равен произведению концентрации дыма на дальность видимости (формула 6):

$$\text{МВ} = CS.$$

Подставив в эту формулу значения C и S на расстоянии $D_н$, получим

$$\text{МВ} = \frac{400\,Q\,a_н}{k\,u\,D_н^{1,5}}. \qquad (13)$$

Но $a_н$ согласно приведенной выше формуле (10) равна

$$a_н = 2{,}9\sqrt{D_н}.$$

Подставив это значение $a_н$ в формулу (13) для маскирующего веса, получим

$$МВ = \frac{1160\,Q}{k\,u\,D_н}. \qquad (14)$$

Отсюда находим непросматриваемую длину дымовой завесы

$$D_н = \frac{1160\,Q}{k\,u \cdot МВ}. \qquad (15)$$

Влияние метеорологических условий на непросматриваемую длину дымовой завесы в этой формуле учитывается величинами k и u: чем меньше скорость ветра u и чем более устойчив воздух по вертикали (т. е. чем меньше величина k), тем больше непросматриваемая длина дымовой завесы.

Влияние свойств дымовой аппаратуры непосредственно учитывается величиной Q: чем больше расход дымообразующего вещества, достигаемый при помощи данной аппаратуры, тем больше непросматриваемая длина дымовой завесы. Кроме того, в скрытом виде степень совершенства аппаратуры учитывается маскирующим весом: чем больше коэфициент использования, тем меньше МВ и тем, следовательно, больше непросматриваемая длина дымовой завесы.

Пример. Определить непросматриваемую длину дымовой завесы при расходе дымовой смеси С-4 10 *кг/мин* и маскирующем весе МВ = 1,25 *г/м²*. Скорость ветра 6 *м/сек*. Изотермия.

Решение

$$D_и = \frac{1160\,Q}{k\,u \cdot МВ} = \frac{1160 \cdot 10}{3 \cdot 6 \cdot 1{,}25} = 515\ м.$$

Пользуясь формулой (15), можно определить расход дымообразующего вещества, необходимый для того, чтобы получить заданную длину непросматриваемой дымовой завесы.

Для этого представим формулу (15) в следующем виде:

$$Q = \frac{ku \cdot МВ \cdot D_н}{1160}, \qquad (16)$$

где обозначения прежние.

Пример. Определить, сколько потребуется дымовых шашек при сжигании их одновременно и в одном месте для получения непросматриваемой длины дымовой завесы 800 *м*. Маскирующий вес дымообразующего вещества 1,5 *г/м²*. Скорость ветра 3 *м/сек*. Инверсия. Расход дымообразующего вещества в одной шашке 0,35 *кг/мин*.

Решение. 1. Всеми шашками в одну минуту должно быть израсходовано дымообразующего вещества:

$$Q = \frac{ku \cdot МВ \cdot D_н}{1160} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1{,}5 \cdot 800}{1160} = 6{,}2\ кг/мин.$$

2. Число потребных шашек получим, разделив общий расход дымообразующего вещества на расход его одной шашкой:

$$\frac{6{,}2}{0{,}35} \simeq 18 \text{ шашек.}$$

Выше мы говорили, что неблагоприятные метеорологические условия требуют большого расхода дымовых средств. Сейчас это можно видеть также из формулы (16): расход дымообразующего вещества увеличивается пропорционально скорости ветра и величине k, характеризующей степень вертикальной устойчивости атмосферы.

Отрыв дымового облака. При определенных атмосферных условиях наблюдается отрыв дымового облака от земли. Когда атмосфера неустойчива по вертикали и имеются восходящие токи воздуха, дымовое облако постепенно перемещается в верхние слои

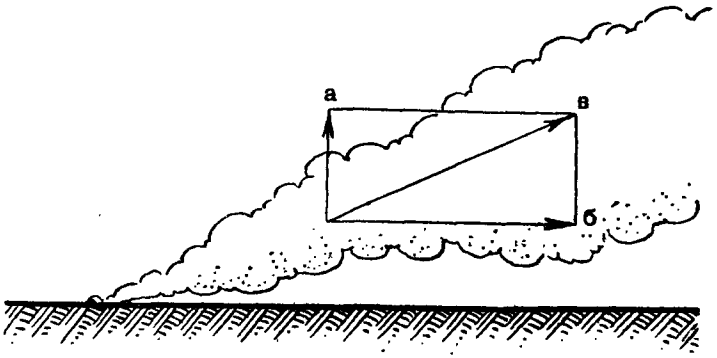


Рис. 13. Схема отрыва дымового облака:
а — вертикальная составляющая скорости; *б* — горизонтальная составляющая; *в* — результирующая скорость

воздуха. Одновременно ветер перемещает дым в горизонтальном направлении. В целом движение дымового облака можно схематично представить, как перемещение по некоторой результирующей восходящей линии (рис. 13).

Это восходящее движение облака приводит на некотором расстоянии от места дымопуска к отрыву его от земли и, следовательно, к потере эффективности дымовой завесы.

Чем больше скорость восходящих токов воздуха и чем меньше скорость ветра, тем круче будет подниматься облако и тем быстрее наступит отрыв, поэтому наиболее вероятен отрыв при конвекции и слабом ветре.

Кроме атмосферных условий, на отрыв облака влияет также температура дыма в процессе дымообразования. Вблизи источника дыма температура дымового облака, полученного при сгорании дымовых шашек, выше, чем температура облака дыма, получен-

ного от дымовой смеси С-4. Повышенные температуры приводят к усилению конвекционных явлений в дымовом облаке и к уменьшению его устойчивости, поэтому вероятность отрыва облака теплого дыма повышается.

При помощи графика (рис. 14), разработанного советскими исследователями, можно судить о том, сможет ли облако дыма без отрыва от земли проникнуть на глубину до 1,5 *км*. На этом графике по горизонтали отложены величины скорости ветра, по вертикали — значения температурного градиента. Графиком пользуются следующим образом.

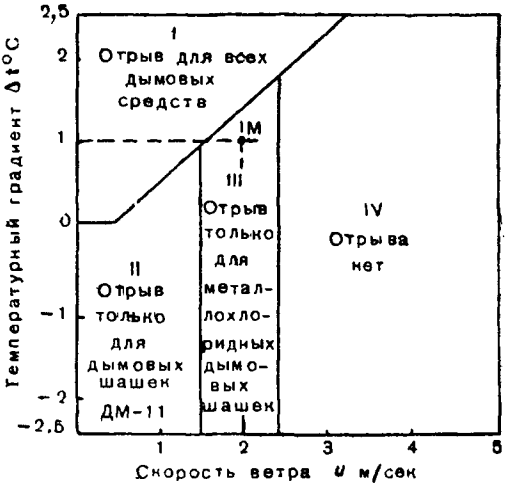


Рис. 14. График отрыва дымового облака на дистанции 1—1,5 *км*

Пусть температурный градиент равен $+1°$ при скорости ветра 2 *м/сек*. Производится дымопуск при помощи дымовых шашек ДМ-11. Требуется ответить на вопрос: проникнет ли дымовая завеса на глубину 1,5 *км* или оторвется от земли раньше.

На вертикали откладываем значение температурного градиента $\Delta t = +1$ и восстанавливаем из этой точки перпендикуляр. Точно так же на горизонтали восстанавливаем перпендикуляр из точки, соответствующей скорости ветра 2 *м/сек*. Точка пересечения этих перпендикуляров (точка *M* на графике) оказалась в третьей области. В этой области температурных градиентов и скоростей ветра отрыв дымового облака для шашек ДМ-11 отсутствует (отрыв только для металлохлоридных шашек). Следовательно, для наших условий вероятно проникание облака на глубину 1,5 *км* без отрыва от земли.

Влияние осадков на поведение и устойчивость дымового облака. На поведение дымового облака неблагоприятное влияние оказывает только сильный дождь. Капли дождя при своем падении усиливают турбулентное перемешивание воздуха, что приводит к более интенсивному рассеиванию дымового облака. Кроме того, капли дождя увлекают частицы дыма к земле, способствуя их оседанию.

Слабые (моросящие) дожди улучшают маскирующие свойства дымовых завес, уменьшая дальность видимости.

Снегопад на поведение и устойчивость дымовых завес практически не влияет.

§ 4. ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ПОВЕДЕНИЕ ДЫМОВОЙ ЗАВЕСЫ

Рельеф местности оказывает весьма существенное влияние на движение, поведение и устойчивость дымового облака. Влияние рельефа не поддается количественному учету, но может оказаться весьма значительным, в особенности на больших дистанциях. Поэтому его всегда необходимо учитывать, хотя бы визуально.

Неровности местности — возвышенности, овраги, лощины—способствуют возникновению местных ветров, вследствие чего усиливается турбулентное перемешивание и ускоряется рассеивание дымовой завесы. Следовательно, пересеченная местность неблагоприятна для применения дымовых завес.

Отдельные строения, а также небольшие населенные пункты сельского типа не оказывают заметного влияния на поведение дымового облака.

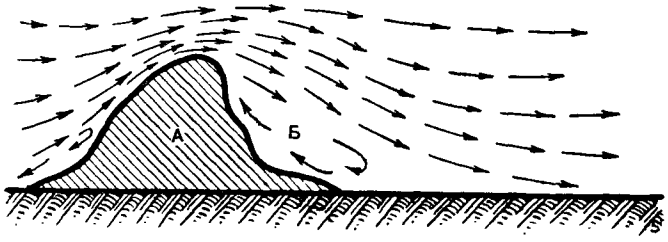


Рис. 15. Схема возникновения вихревых потоков около препятствия:
А — вертикальное препятствие; *Б* — область аэродинамической тени

Возвышенности с крутыми скатами дымовое облако обычно обтекает с боков. Это чаще всего наблюдается при инверсии и слабом ветре. В этом случае вершины возвышенностей могут оказаться не закрытыми дымом. Возможны также случаи одновременного перетекания дыма через возвышенность и обтекания ее с боков.

При встрече с широкими вертикальными препятствиями дымовое облако растекается в ширину перед препятствием и одновременно стремится преодолеть его сверху. За препятствием возникает так называемая аэродинамическая тень, т. е. область завихрений и малой скорости ветра (рис. 15). Протяженность такой области за препятствием может достигать шести-десятикратной высоты препятствия. За аэродинамической тенью облако дыма в зависимости от состояния вертикальной устойчивости атмосферы может либо вновь опуститься, либо продолжать движение на прежней высоте.

Таким образом, наличие препятствий может привести к образованию так называемых арок довольно больших размеров

(рис. 16). В некоторых случаях за препятствием может произойти отрыв дымового облака от земли.

Значительное влияние на поведение дымового облака оказывают лощины, овраги, впадины. При малых скоростях ветра в лощинах, направленных под прямым углом к направлению ветра, могут образовываться застои дыма. В некоторых случаях дымовое

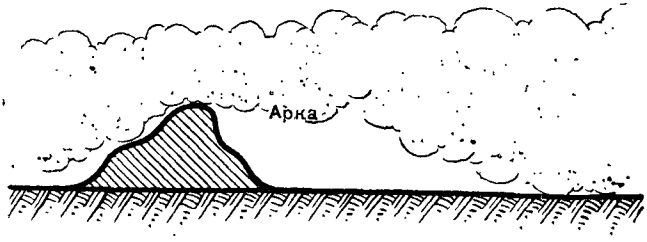


Рис. 16. Образование арки в дымовом облаке при прохождении препятствия

облако проходит над оврагом или лощиной, не затекая в них. Это бывает при больших скоростях ветра или в случаях, когда при инверсии в лощинах скопились тяжелые холодные массы воздуха. При ветре, направленном под углом к лощине, часть дымового облака попадает в лощину и движется вдоль нее.

Лощина, параллельная ветру, способствует увеличению глубины проникания дыма.

Встречая на своем пути лес, дымовое облако обтекает его поверху, частично затекая в него. Неровная поверхность, образуемая верхушками деревьев, приводит к усиленному турбулентному перемешиванию воздуха и к прониканию части дыма в глубь леса. Дымовая завеса при этом рассеивается, а в лесу образуется застой дыма.

Редкий лес дым проходит насквозь, хотя и с пониженной скоростью.

Небольшие реки и озера заметного влияния на поведение дымового облака не оказывают. На больших реках, в особенности с крутыми берегами, и при слабых ветрах дым распространяется вдоль русла реки. Для постановки дымовых завес над водной поверхностью наиболее благоприятно дневное время, когда воздух над поверхностью воды холодней, чем над сушей, и дымовое облако «прижимается» к поверхности воды.

5. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ДЫМОПУСКА

Из всего изложенного следует, что, прежде чем применить дым, необходимо определить, как повлияют на поведение дымовой завесы условия погоды (особенно направление ветра) и характер местности. В соответствии с этим выбирается способ создания дымовой завесы.

Вся совокупность метеорологических и топографических условий дымопуска разбивается обычно на три группы: благоприятные, средние и неблагоприятные условия. Для каждой группы условий необходим свой расход дымовых средств. Наибольший расход дымовых средств требуется при неблагоприятных условиях, наименьший при благоприятных. В соответствии с этим приняты нормы расхода дымовых средств, которыми и руководствуются при организации дымопуска.

Характеристику метеорологических и топографических условий дымопуска можно представить в виде упрощенной таблицы.

Таблица 3

Характеристика метеорологических и топографических условий дымопуска

Элементы метеорологической и топографической обстановки	Условия		
	благоприятные	средние	неблагоприятные
Скорость ветра	3—5 *м/сек*	6—8 *м/сек*	До 1,5 *м/сек* и больше 9 *м/сек*
Характер ветра	Устойчивый по направлению и скорости		Порывистый или неустойчивый
Степень вертикальной устойчивости атмосферы	Первая или вторая (инверсия или изотермия)	Вторая (изотермия)	Третья (конвекция или сильный дождь)
Местность	Ровная	Слабо пересеченная	Сильно пересеченная

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем вызывается ослабление света в дымовом облаке?
2. Что называется дальностью видимости и от чего зависит ее величина?
3. Что такое маскирующая способность (МС) и от чего она зависит?
4. Что такое маскирующий вес (МВ)?
5. Как изменяется концентрация дыма по длине и ширине дымовой завесы?
6. Что называется непросматриваемой длиной дымовой завесы?
7. Как влияют свойства дымообразующего вещества и его расход на непросматриваемую длину дымовой завесы?
8. Как влияют скорость ветра и степень вертикальной устойчивости атмосферы на непросматриваемую длину дымовой завесы?
9. Как влияет рельеф местности на поведение дымовой завесы?
10. Какие условия являются благоприятными, средними и неблагоприятными для дымопуска?

ГЛАВА II

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЫМОВЫХ МАШИНАХ И ПРИБОРАХ

§ 6. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ОПЫТ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЫМОВЫХ МАШИН И ПРИБОРОВ

Успехи сталинской индустриализации нашей социалистической Родины дали возможность широко моторизировать Советскую Армию и, в частности, создать разнообразные дымовые машины и приборы.

Специальное оборудование первой советской дымовой машины (рис. 17 и 18) состояло из резервуара для размещения дымообразующего вещества, двух баллонов со сжатым воздухом, трубопроводов, арматуры, звездообразного распылителя и привода к нему. Машина способна была производить дымопуск в течение 40—50 минут как с места, так и в движении.

Опыт эксплоатации колесных машин показал необходимость создания дымовых машин на гусеничном ходу и с броней, как у танка, чтобы проходимость, маневренность и живучесть таких дымовых машин позволяли им двигаться на поле боя вместе с танками. Так появился дымовой танк на шасси Т-26, затем был создан танковый дымовой прибор ТДП-3, размещавшийся на крыле танка Т-26. В ТДП-3 впервые был применен генератор газа для создания давления в резервуаре, работавший на основе реакции взаимодействия муравьиной кислоты с дымовой смесью.

Позднее стали изготовляться огнеметно-дымовые танки ОТ-130 (рис. 19), а затем ОТ-133. Специальное оборудование на танках было установлено за счет снятия пушки и работало с использованием сжатого воздуха. В последней машине такого типа — в ОТ-133 — схема специального оборудования была по тому времени доведена до совершенства и впоследствии, во время Великой Отечественной войны, была частично заимствована у нас немцами и англичанами для использования в своих огнеметных танках.

Одновременно с развитием дымовых танков у нас было построено несколько типов огнеметно-дымовых танкеток, способных дымить 10—20 минут, а также дымовых бронеавтомобилей. Позднее были построены дымовые прицепы ДП-1, ДП-2, ДП-3 и ДП-4. Последний из них применялся в Великой Отечественной войне для задымления тыловых объектов; прицеп ДП-2 был бронирован.

Все автомобильные разливочные станции (АРС), начиная с АРС-5, кроме выполнения других задач, могли также производить и дымопуск.

В Великую Отечественную войну Советская Армия вступила, имея в качестве дымовых машин танк ОТ-133, АРС-6 и дымовой прицеп ДП-4.

Когда танк ОТ-133 был снят с вооружения, его место занял наш всемирно известный первоклассный танк Т-34, на котором во

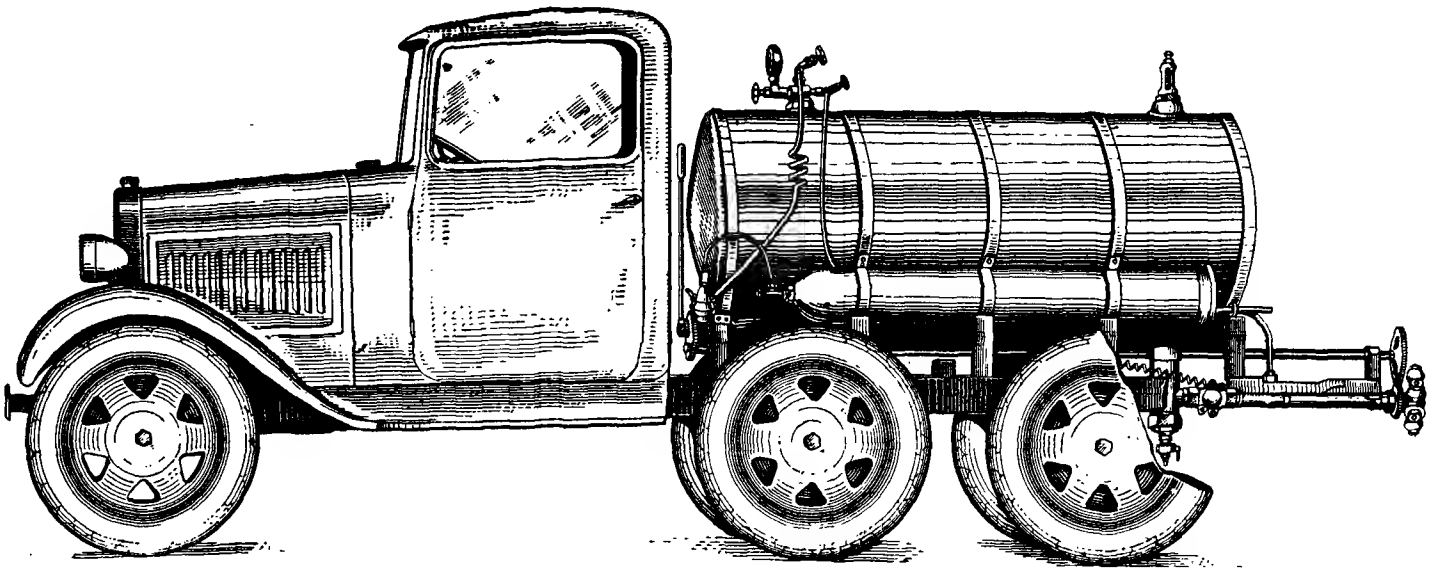


Рис. 17. Первая советская дымовая машина

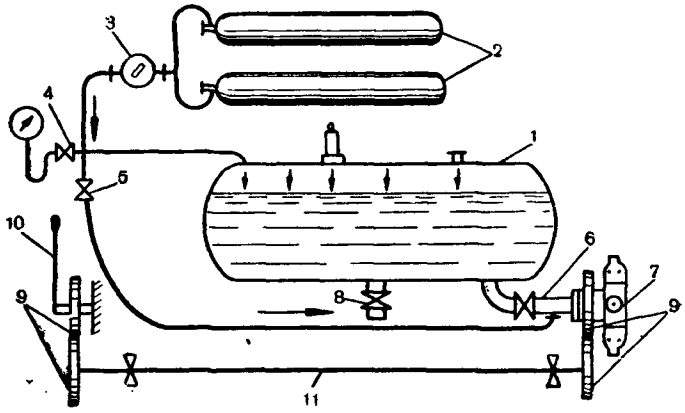


Рис. 18. Схема устройства первой дымовой машины:

1 — резервуар; *2* — баллоны со сжатым воздухом; *3* — редуктор; *4* — воздушный вентиль к манометру; *5* — вентиль на продувку распылителя; *6* — трубопровод с краном; *7* — звездообразный распылитель; *8* — сливной кран; *9* — шестерни; *10* — рукоятка привода; *11* — вал привода

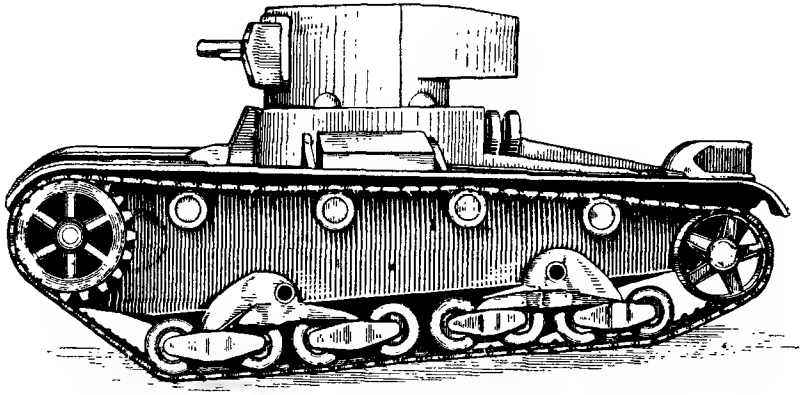


Рис. 19. Огнеметно-дымовой танк ОТ-130

время войны был установлен танковый дымовой прибор, работавший с использованием двух больших дымовых шашек и успешно применявшийся в боях с целью дымового прикрытия танков.

Дымовой прицеп ДП-4 применялся при задымлении тыловых объектов, но для дымопуска на буксире за танком непосредственно в боевых порядках наступающих войск ДП-4 оказался непригодным главным образом ввиду плохой проходимости и отсутствия брони; вот почему ДП-4 впоследствии был снят с вооружения.

Опыт применения ДП-4 наглядно показывает, что для мощного и продолжительного дымопуска в боевых порядках наступающих войск, в частности, для дымового прикрытия ввода в бой танковых

и механизированных соединений нужна гусеничная бронированная дымовая машина, способная дымить под огнем противника в течение 2—3 часов с одной зарядкой.

Машины АРС (рис. 20) сравнительно широко и успешно применялись для задымления переправ и тыловых объектов. За годы войны эти машины развивались в направлении улучшения про-

Рис. 20. Машина АРС

ходимости и увеличения продолжительности дымопуска. С этой целью были построены АРС-7 и АРС-8 на трехосном шасси Горьковского автозавода, затем АРС-10 и АРС-11, а в последнее время АРС-12 на шасси ЗИС-151. Постановкой более совершенных распылителей удалось увеличить продолжительность дымопуска из АРС в три-четыре раза.

В годы Великой Отечественной войны у нас был создан простой дымовой прибор на основе стандартных железных бочек, снабженных комплектом специальной аппаратуры.

История развития дымовых машин и приборов Советской Армии, работающих с использованием жидкого дымообразующего вещества, говорит о широком размахе нашей научно-исследовательской и конструкторской работы в этой области. Творческая мысль советских конструкторов развивалась самостоятельным, оригинальным путем. Характерным было желание найти наивыгоднейший тип машины и дать нашей армии наиболее совершенное средство дымопуска.

Построенные у нас машины и приборы различались между собой как типом шасси, так и схемой устройства специального обо-

рудования. Передовое машиностроение нашей страны, созданное в результате сталинских пятилеток, всегда обеспечивало войска Советской Армии необходимым количеством дымовых машин и приборов.

Советской Армии принадлежит приоритет в создании и применении огнеметно-дымовых танков и танкеток, дымовых бронеавтомобилей, дымовых бронеприцепов, танковых дымовых приборов с использованием больших шашек и химических генераторов газа и ряда других дымовых средств.

Существующие ныне дымовые машины АРС и приборы на основе бочек вполне себя оправдали в ходе Великой Отечественной войны. Однако непрерывно возрастающие требования к техническим средствам дымопуска вызывают необходимость дальнейшего их совершенствования.

Советские конструкторы будут и впредь неустанно работать по усовершенствованию имеющихся и созданию новых дымовых средств и тем повышать боеспособность Советской Армии и обороноспособность нашей социалистической Родины.

§ 7. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДЫМОВЫМ МАШИНАМ И ПРИБОРАМ

Учитывая опыт Великой Отечественной войны, можно предполагать, что дальнейшее развитие технических средств дымопуска с использованием жидкого дымообразующего вещества будет итти в соответствии с приводимыми ниже основными тактико-техническими требованиями.

1. Дымовые машины и приборы, повидимому, должны быть приспособлены не только для задымления тыловых объектов, но и для дымопуска в боевых порядках наших наступающих войск, т. е. в зоне огня противника. Это требование вызовет появление бронированной дымовой машины на гусеничном ходу.

2. Специальное оборудование машины должно характеризоваться высокими качественными показателями: высоким коэфициентом полезного веса (около 60%), высоким коэфициентом использования дымообразующего вещества (около 40%) и большой живучестью в полевых условиях.

3. Эксплоатационные качества дымовой машины (прибора) должны обеспечивать безотказность работы, а также простоту обслуживания.

4. Должны быть разработаны технические средства для новых дымообразующих веществ, в частности, для нефти и масел.

5. Технические средства, предназначенные для задымления только тыловых объектов, например, бочки, приспособленные для дымопуска, прицепы и т. д., должны быть снабжены автоматическими приспособлениями для управления с целью резкого сокращения количества людей, требующихся на обслуживание дымовых машин и приборов.

Выполнение этих требований в значительной мере зависит от устройства и действия специального оборудования, а также от качества конструкции всех его агрегатов.

§ 8. ДЫМОВАЯ СМЕСЬ С-4

Дымовая смесь С-4, применяющаяся в качестве дымообразующего вещества из дымовых машин и приборов, представляет собой 40%-ный раствор серного ангидрида в хлорсульфоновой кислоте. Техническая дымовая смесь С-4 это жидкость темного цвета, удельного веса 1,88—1,92, с содержанием 4—6% серной кислоты в качестве примеси. Под влиянием этой примеси при низких температурах начиная с —10° С дымовая смесь С-4 выделяет твердые кристаллические осадки, которые могут вызывать засорение отверстий распылителя. Чтобы устранить такую возможность, в холодное время года применяется «морозостойкая» дымовая смесь С-4М, в которой выпадение твердого осадка происходит лишь при температуре ниже —35° С.

Дымовая смесь бурно реагирует с влагой, обжигает кожные покровы человека, обугливает и разрушает ткани, кожу и дерево. В присутствии влаги, в частности атмосферной, смесь сильно действует на металлы, особенно цветные. Вот почему детали дымовых машин и приборов, как правило, делаются из стали, а наиболее ответственные детали распылителей и арматуры — из качественных сталей или с использованием металлических покрытий, например. путем хромирования.

Процесс дымообразования из дымовой смеси С-4 — типичный процесс химической конденсации — хорошо изучен и может быть представлен протекающим в следующих стадиях:

1) распыление дымовой смеси на мелкие капли;
2) испарение дымовой смеси;
3) химическая реакция паров дымовой смеси с парами воды в атмосфере и конденсация;
4) поглощение влаги.

Деление процесса дымообразования на эти стадии является условным, поскольку процесс неделим и все сопровождающие его явления происходят практически одновременно.

Тщательное распыление дымовой смеси служит необходимым условием, обеспечивающим интенсивное течение процесса дымообразования, так как при этом резко увеличивается поверхность испарения. Интенсивность испарения прежде всего, конечно, обеспечивается высокой упругостью пара дымовой смеси; летом упругость пара значительно больше, чем зимой, вследствие чего в зимних условиях трудно получить хорошую дымовую завесу путем механического распыления дымовой смеси.

Вследствие большой разницы температур кипения составных частей дымовой смеси (46° и 151° С) процесс испарения сопровождается разгонкой дымообразующего вещества, когда испаряется в основном серный ангидрид как более летучий, а жидкая фаза

(капля) обогащается хлорсульфоновой кислотой. Испарение хлорсульфоновой кислоты даже летом протекает весьма медленно. За время полета капли испариться может ничтожно малая часть хлорсульфоновой кислоты, играющей лишь роль растворителя для серного ангидрида.

Пары дымовой смеси С-4 химически реагируют с влагой воздуха по уравнениям

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 \qquad (17)$$

$$SO_2OHCl + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl \qquad (18)$$

Так как серная кислота мало летучее вещество (температура кипения 338° С), то образовавшиеся по уравнениям (17) и (18) ее пары будут конденсироваться в капельки тумана. Частицы серной кислоты жадно поглощают влагу из воздуха по уравнению

$$H_2SO_4 + n\,H_2O \rightarrow H_2SO_4 \cdot nH_2O \qquad (19)$$

Концентрация серной кислоты в частицах при этом будет падать, а размер частиц увеличиваться.

Дым (точнее туман), полученный из дымовой смеси С-4, таким образом, состоит из мельчайших капелек водного раствора серной кислоты, упругость пара которого находится в динамическом (подвижном) равновесии с давлением водяного пара в воздухе при данных условиях.

Количество весовых частей воды, поглощаемое одной весовой частью серного ангидрида, зависит от относительной влажности воздуха и достигает значения 23,5 при относительной влажности 98%. Чем больше относительная влажность воздуха, тем больше воды поглощают частицы, тем больше (по весу) образуется дыма, тем выше, следовательно, маскирующие свойства дымовой завесы.

Из приведенной схемы процесса видно, что маскирующие свойства дыма, полученного из смеси С-4, улучшаются с ростом температуры воздуха, с увеличением его относительной влажности и с повышением степени распыления дымообразующего вещества.

Меры безопасности при работах с дымовой смесью С-4. Свойства дымовой смеси (способность вызывать ожоги, разрушать ткани, бурно реагировать с водой) требуют тщательного соблюдения мер безопасности при всех работах с дымовой смесью. Основные из этих мер перечислены ниже.

1. Все работы с дымовой смесью (разливка, перекачка, дымопуск, промывка дымовых машин и приборов после дымопуска и т. д.) производятся в защитной одежде (прорезиненный комбинезон, резиновые сапоги и перчатки, защитные очки или шлем противогаза с отвернутой соединительной трубкой).

2. Перед зарядкой машины или прибора дымовой смесью необходимо тщательно удалять остатки воды, дегазирующих растворов и других жидкостей из резервуара, трубопроводов, насоса и т. д.

3. На месте работы нужно иметь содовый раствор и воду для оказания первой помощи случайно пораженным людям.

4. Промывку аппаратуры после дымопуска следует вести малыми порциями содового раствора или воды, остерегаясь брызг, выбрасываемых вследствие бурной реакции воды с остатками дымовой смеси.

5. Не производить ремонта, устранения неисправностей, очистки засорившихся распылителей и т. д., когда система находится под давлением или во время работы дымовой машины (прибора).

6. Нельзя допускать нахождения людей с подветренной стороны ближе 100 *м* от дымовой машины (прибора), производящей дымопуск дымовой смесью С-4.

§ 9. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЫМОВЫХ МАШИН И ПРИБОРОВ

Схема устройства специального оборудования определяется назначением дымовой машины (прибора), протекающими при работе машины (прибора) процессами и имеющимися техническими возможностями, например, наличием сжатого воздуха или энергии для вращения насоса.

Под назначением дымовой машины (прибора) в техническом смысле следует понимать ее способность производить дымопуск в полевых условиях с различным (в отдельных случаях) расходом дымовой смеси и с обеспечением возможности многократного запуска, т. е. выполнения сигналов «Дым» и «Прекратить дым». Кроме выполнения этой основной задачи, часто бывает желательным, чтобы одна и та же машина могла выполнять и другие задачи, как, например:

— самоснаряжение дымовой смесью и другими жидкостями из бочек и железнодорожных цистерн;

— наполнение жидкостями мелких оболочек, а также перекачку жидкостей из одной оболочки в другую;

— некоторые боевые задачи, в частности, дегазацию местности жидким дегазирующим веществом.

Во всех случаях мы имеем дело с жидкостями, которые необходимо разместить на машине в специальной оболочке, транспортировать по трубам и шлангам с определенным расходом, иногда фильтровать, а в случае дымопуска, кроме того, распылять.

Для осуществления всех указанных процессов и задач специальное оборудование машины, очевидно, должно включать следующие элементы:

— резервуар с арматурой;

— трубопровод с запорными приспособлениями;

— агрегат для создания напора перед распылителем или в трубопроводах и шлангах;

— источник энергии;

— распылители и насадки;

— приборы управления и контроля;

— принадлежности.

В истории развития наших отечественных дымовых машин и приборов с жидким дымообразующим веществом известны и хорошо освоены в основном две принципиальные схемы: схема с насосом и схема с использованием воздушных баллонов. В первой схеме в качестве источника энергии используется мотор машины, во второй сжатый воздух, находящийся в воздушных баллонах.

Схема с воздушными баллонами является наиболее старой и хорошо освоенной. По этой схеме работали наша первая дымовая машина, а также огнеметно-дымовые танки.

Характерными недостатками схемы с воздушными баллонами являются:

— неизбежное увеличение веса резервуаров, так как их стенка должна быть прочной и выдерживать внутреннее избыточное давление;

— необходимость полевого компрессора, т. е. вспомогательной машины для наполнения баллонов сжатым воздухом;

— сравнительно большая опасность нарушения герметичности резьбовых соединений жидкостного и воздушного трубопроводов.

Вследствие указанных недостатков схемы с воздушными баллонами у нас одновременно развивались дымовые машины с насосами.

Характерные особенности и вместе с тем положительные свойства схемы специального оборудования с насосом заключаются в следующем:

— возможность самонаполнения машины, в связи с чем отпадает потребность в компрессоре;

— возможность разносторонней работы машины: снаряжение, перекачка, круговая перекачка, работа через распылитель, а также некоторая взаимозаменяемость ручного и механического насосов;

— отсутствие избыточного давления в резервуаре (цистерне);

— использование в качестве источника энергии двигателя машины без снижения ее ходовых качеств.

Недостатками ныне существующей схемы с насосом (АРС) нужно признать:

— отказы насоса по всасыванию легко летучих жидкостей — хлористого сульфурила и даже дымовой смеси в летних условиях;

— малая живучесть применяющихся в настоящее время насосов, обусловленная быстрым механическим износом, воздействием дымовой смеси на металл и наличием твердых примесей в технических жидкостях;

— отсутствие хорошего фильтра перед распылителем, что приводит к засорению его отверстия.

Устранение указанных недостатков дымовых машин, имеющих насос, является задачей их дальнейшего совершенствования.

В главе III излагаются теоретические основы устройства специального оборудования дымовых машин и приборов, чтобы обеспечить возможность более глубокого изучения существующей материальной части, а также новой техники по мере ее поступления в армию.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Краткая история развития дымовых машин и приборов.
2. Развитие технических средств дымопуска за годы Великой Отечественной войны.
3. Требования, предъявляемые к дымовым машинам и приборам.
4. Свойства дымовой смеси С-4.
5. Процесс дымообразования при использовании дымовой смеси С-4.
6. Меры безопасности при работе с дымовой смесью С-4.
7. Чем определяется схема устройства дымовой машины?
8. Характеристика схемы специальиого оборудования с воздушными баллонами.
9. Характеристика схемы специального оборудования с насосом.

ГЛАВА III

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЫМОВЫХ МАШИН И ПРИБОРОВ

РЕЗЕРВУАРЫ

§ 10. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЕРВУАРАХ

Резервуар дымовой машины (прибора) служит емкостью для размещения дымообразующего вещества и является одним из основных элементов любой схемы машины (прибора).

В зависимости от назначения машины (прибора) резервуары различаются по форме, габаритам, конструкции и сорту материала. В зависимости от схемы действия машины (прибора) резервуары подразделяются на два вида: работающие под внутренним избыточным давлением и работающие без давления.

В отличие от промышленных стационарных установок резервуар дымовой машины (прибора) работает в усложненных условиях, создаваемых большими динамическими нагрузками при движении машины, явлением коррозии и иногда применением сравнительно больших избыточных давлений внутри резервуара. Вот почему резервуар должен быть достаточно прочным, безусловно герметичным, компактным при данном объеме и по возможности легким. Прочным должно быть и его крепление к раме шасси; в противном случае возможен срыв резервуара.

Рассмотрим, каким образом обеспечивается выполнение этих сложных и противоречивых требований.

§ 11. ЕМКОСТЬ РЕЗЕРВУАРА

Рабочая емкость резервуара определяется обычно грузоподъемностью машины. Существующие АРС имеют полезную грузоподъемность $G = 1750$ или 2500 *кг*, следовательно, рабочая ем-

кость $v_{раб}$, например АРС-10 и АРС-11, при удельном весе дымовой смеси $\gamma = 1{,}9$ будет

$$v_{раб} = \frac{G}{\gamma} = \frac{2500}{1{,}9} = 1310 \text{ л}.$$

Но АРС, как известно, используется для перевозки и применения других жидкостей с меньшим удельным весом, в частности, водных дегазирующих растворов ($\gamma = 1$). Это позволяет иметь общую емкость резервуара АРС равной 2500 *л*.

Для носимых приборов емкость резервуара принимается с таким расчетом, чтобы общий вес снаряженного прибора не превышал 20—25 *кг*.

Обычно любой резервуар наполняется жидкостью не полностью, а на 90%. Остальные 10% общей емкости составляют газовую или воздушную подушку, назначение которой сводится к тому, чтобы предохранять резервуар от разрыва в случае расширения жидкости при повышении температуры. В резервуарах, работающих под давлением, воздушная подушка выполняет также роль некоторого буфера, препятствуя резкому спаду давления в случае уменьшения количества сжатого воздуха, подаваемого в резервуар.

Если резервуар заполняется жидкостью и герметизуется при температуре t_1, а в процессе хранения будет находиться при более высокой температуре t_2, то в нем будет происходить расширение жидкости, уменьшение объема газовой подушки и возрастание давления.

Приращение объема жидкости может быть вычислено по формуле

$$\Delta v = v_1\left(\frac{1 + \beta t_2}{1 + \beta t_1} - 1\right), \qquad (20)$$

где v_1 — объем жидкости в резервуаре при температуре t_1;
β — коэфициент объемного расширения жидкости (табл. 4).

Таблица 4

Коэфициенты объемного расширения

Название вещества	β при 0° С
Газы разные	0,00367
Вода	0,00018
Дымовая смесь С-4	0,00087
Железо	0,00003

Конечное давление p_2 в воздушной подушке может быть вычислено по уравнению состояния газа при неизменной его массе:

$$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} = R = \text{const},$$

откуда

$$p_2 = \frac{p_1 v_1}{v_2} \cdot \frac{T_2}{T_1}, \qquad (21)$$

где p_1 — начальное давление воздуха в подушке при снаряжении, равное 1 *ата*[1];

v_1 и v_2 — начальный и конечный объемы воздушной подушки, *л*;

T_1 и T_2 — соответствующие абсолютные температуры.

Из табл. 4 видно, что расширением металла можно пренебрегать и емкость резервуара при изменении температуры считать практически постоянной.

Пример. Найти увеличение объема дымовой смеси и конечное давление в бочке Л-100 при условии:

1) $t_1 = -25°C$; $t_2 = +25°C$;

2) бочка снаряжена 95 *л* дымовой смеси, т. е. начальный объем воздушной подушки $v_1 = 5$ *л*.

Решение. 1. Приращение объема дымовой смеси составит

$$\Delta v = 95\left[\frac{1 + 0{,}00087\,(+25)}{1 + 0{,}00087\,(-25)} - 1\right] = 4{,}18 \text{ } л.$$

2. Конечный объем воздушной подушки будет

$$v_2 = v_1 - \Delta v = 5 - 4{,}18 = 0{,}82 \text{ } л.$$

3. Конечное давление в бочке

$$p_2 = \frac{p_1 v_1}{v_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{1 \cdot 5}{0{,}82} \cdot \left(\frac{273 + 25}{273 - 25}\right) = 7{,}3 \text{ } ата$$

При таком давлении бочка может разорваться.

Общая полная емкость резервуара является суммой рабочей емкости и газовой или воздушной подушки.

Если резервуар предназначен для размещения жидкостей с различным удельным весом, то его рабочая емкость при данной грузоподъемности машины будет в каждом случае различной. При наполнении, например, цистерны АРС-11 жидкостью с $\gamma = 1$ рабочая емкость могла бы быть

$$v_{раб} = \frac{G}{\gamma} = \frac{2500}{1} = 2500 \text{ } л.$$

Однако, учитывая фактически принятое в АРС-11 значение общей емкости цистерны $v = 2500$ *л* и необходимость газовой подушки в 10% от общего объема, рабочую емкость получим

$$v_{раб} = 2500 \cdot 0{,}9 = 2250 \text{ } л.$$

Пример 1. Определить рабочую емкость АРС-11 по хлористому сульфурилу ($\gamma = 1{,}6$).

---

[1] *ата* — атмосфера абсолютная в отличие от *ати* — атмосферы избыточной — сокращенного обозначения превышения давления жидкости или газа в замкнутом пространстве над окружающим атмосферным давлением. Это превышение давления измеряется манометрами. Следовательно, если манометр, присоединенный, например, к баллону со сжатым воздухом, показывает давление 150 *ати*, то это значит, что абсолютное давление воздуха в баллоне составляет 151 *ата*. Давление, измеряемое по манометру, часто обозначают *ат*, что равнозначно обозначению *ати*.

Решение

$$v_{раб} = \frac{2500}{1{,}6} = 1560\ л.$$

Пример 2. Определить продолжительность дымопуска из дымовой машины, если известно, что:

1) резервуар имеет цилиндрическую форму с выпуклыми днищами; длина резервуара $L = 2$ *м*, диаметр $D = 0{,}8$ *м*.

2) производительность распылителей $q = 10$ *кг/мин*.

Решение

1. Общая емкость резервуара приближенно, без учета объема сегмента днищ, будет

$$v = \frac{\pi D^2}{4} L = \frac{\pi}{4} \cdot 0{,}8^2 \cdot 2 = 1{,}005\ м^3 \simeq 1000\ л.$$

2. Рабочая емкость при 90%-ном заполнении

$$v_{раб} = 1000 \cdot 0{,}9 = 900\ л.$$

3. Вес зарядки дымовой смеси ($\gamma = 1{,}9$)

$$G = v_{раб} \cdot \gamma = 900 \cdot 1{,}9 = 1710\ кг.$$

4. Продолжительиость дымопуска

$$\tau = \frac{G}{q} = \frac{1710}{10} = 171 \text{ минута}.$$

§ 12. ФОРМА РЕЗЕРВУАРА

В истории развития наших дымовых машин известны резервуары самой разнообразной формы.

Для резервуаров, работающих с внутренним избыточным давлением, обычно применяют форму цилиндра.

Иногда желательно придать резервуару такую форму, при которой он является достаточно прочным и вместе с тем при данной емкости имеет наименьший вес. Наивыгоднейшей с точки зрения веса будет шарообразная форма резервуара, поскольку при данном объеме такой резервуар имеет наименьшую поверхность стенок. Однако применение шарообразных резервуаров ограничивается неудобством их размещения и возрастанием общей высоты машины при данной емкости резервуара.

Наибольшее распространение у нас получили резервуары цилиндрической формы с выпуклыми днищами, как наиболее компактные и удобные в эксплоатации (рис. 21).

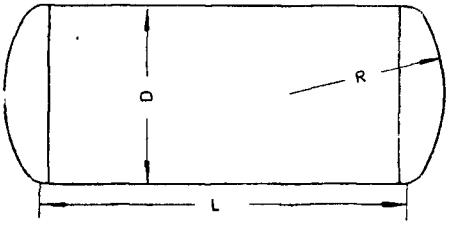


Рис. 21. Цилиндрический резервуар с выпуклыми днищами

Расчеты показывают, что при определенном соотношении длины L цилиндра и его диаметра D вес резервуара достигает наименьшего значения. Обычно это имеет место при $\frac{L}{D} = 4 \div 5$; но удлиненные таким образом резервуары неудобны в эксплоатации, и поэтому они редко имеют указанное соотношение.

Резервуары, работающие без внутреннего избыточного давления, могут иметь любую другую форму, в частности, коробчатую или эллиптическую, как в АРС. При этом удается снизить центр тяжести, что позволяет повысить живучесть машины на поле боя и улучшить ее ходовые качества.

Пример. Определить, насколько снижен центр тяжести наполненного резервуара (цистерны) АРС-11 благодаря применению эллиптической формы вместо цилиндрической, если известно:

1) длина цистерны $L = 3100$ *мм*;
2) высота цистерны $H = 800$ *мм*;
3) общая емкость $v = 2500$ *л*.

Решение.

1. При тех же значениях длины и емкости цилиндрическая цистерна имела бы диаметр

$$D = \sqrt{\frac{4v}{\pi L}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}500}{3{,}14 \cdot 3{,}100}} = 1{,}1 \text{ м}.$$

2. Центр тяжести снижен на $\frac{1100 - 800}{2} = 150$ *мм*.

3. Общая высота цистерны уменьшена на $1100 - 800 = 300$ *мм*.

§ 13. ПРОЧНОСТЬ РЕЗЕРВУАРА

Прочность резервуара, работающего под внутренним избыточным давлением, зависит от ряда факторов, связанных между собой так называемой котельной формулой

$$S = \frac{D p n}{2 K_z \varphi} + C, \qquad (22)$$

где S — толщина стенки цилиндрического резервуара, *см*;
D — внутренний диаметр резервуара, *см*;
p — избыточное давление, *кг/см²*;
n — коэфициент безопасности (равен 4,25);
φ — коэфициент прочности сварного шва (0,65—0,85);
K_z — временное сопротивление металла разрыву, *кг/см²*;
C — надбавка на коррозию (обычно $C \leqslant 0{,}1$ *см*).

Из формулы (22) видно, что чем больше диаметр цилиндра, тем толще должна быть его стенка. Из формулы (22) также видно, что толщина стенки S, а следовательно, и вес резервуара растут пропорционально величине рабочего давления в резервуаре. Каждая лишняя атмосфера давления вызывает увеличение веса резервуара (табл. 5) и ухудшает его герметичность. С этой точки зрения более выгодны резервуары, работающие лишь под гидростатическим давлением. Однако в схеме с воздушными баллонами внутреннее избыточное давление в резервуаре неизбежно, а величина его вызывается необходимостью обеспечить удовлетворительное распыление дымовой смеси.

Резервуары дымовых машин и приборов, как правило, изготовляются из стали марок Ст-2 и Ст-3 с временным сопротивлением разрыву $K_z = 3600 \div 4000$ *кг/см²*. При изготовлении резервуаров обычно применяется газовая сварка; в случае больших резервуаров, снабженных люками, через которые сварщик может проникнуть внутрь резервуара, сварочный шов делается двухсторонним; такой шов более прочен, и коэфициент φ в этом случае

Таблица 5

Изменение толщины стенки и веса цилиндрического резервуара в зависимости от диаметра резервуара и величины рабочего давления

Диаметр резервуара, *мм*	Рабочее давление, *ати*							Приращение ΔS толщины стенки резервуара с увеличением давления на 1 *ати* (приближенно) *мм*	Увеличение веса 1 $м^2$ листовой стали с увеличением давления на 1 *ати кг*
	2	4	5	6	8	10	12		
	Толщина стенки, *мм*								
300	1,5	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	0,25	1,95
400	1,67	2,34	2,68	3,0	3,77	4,43	5,05	0,33	2,57
500	1,84	2,67	3,1	3,5	4,35	5,3	6,13	0,42	3,28
600	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	0,50	3,90

принимается равным 0,85. При изготовлении резервуаров дымовых машин и приборов заклепочные соединения, т. е. клепаные резервуары, никогда не применяются ввиду их ненадежной герметичности.

Применяющаяся в дымовых машинах и приборах дымовая смесь С-4 сильно действует на металлы, вызывая усиленную их коррозию.

Ослабление прочности стенок резервуара под влиянием коррозии учитывается надбавкой $C \leqslant 0{,}1$ *см*. Практически стальные резервуары достаточно прочны и при хорошем уходе срок службы их измеряется несколькими (4—6) годами.

Наиболее уязвимые места проявления коррозии — сочленения трущихся частей и резьбовые соединения, что следует иметь в виду при эксплоатации дымовых машин.

Прочность сферических и выпуклых днищ (см. рис. 21) при внутреннем избыточном давлении обеспечивается выполнением соотношения

$$S = \frac{pRn}{2K_z} + C, \tag{23}$$

где R — радиус кривизны днища, *см*.

В некоторых случаях для удобства эксплоатации применяются вогнутые днища, которые позволяют перевозить и хранить оболочки (например бочки) в горизонтальном и вертикальном положениях. Прочность таких днищ проверяется по формуле

$$S = \frac{pR}{200k} + C \text{ см}, \tag{24}$$

где k — допускаемое напряжение, равное 6,5 $кг/мм^2$, а остальные величины те же, что и в последних двух формулах (22 и 23).

Пример 1. Какое давление можно создавать в новой бочке Л-100 при дымопуске, если известно:

1) диаметр бочки $D = 60$ *см*;
2) толщина стенки $S = 0{,}4$ *см*;
3) металл с временным сопротивлением $K_z = 3600$ $кг/см^2$;
4) сварной шов односторонний; коэфициент $\varphi = 0{,}75$;
5) запас прочности $n = 4{,}25$;
6) надбавка на коррозию $C = 0{,}1$ *см*; следует отметить, что величина C всегда меньше S.

Р е ш е н и е. По видоизмененной формуле (22) иаходим допустимое давление в бочке:

$$p = \frac{(S - 0{,}1)\,2K_z\varphi}{Dn} = \frac{(0{,}4 - 0{,}1)\,2 \cdot 3600 \cdot 0{,}75}{60 \cdot 4{,}25} = 6{,}3 \ кг/см^2.$$

По ииструкции допустимое давлеиие в бочке установлеио 6 *ати*.

Пример 2. При работе с дымовым прицепом ДП-4 произошла аваряя с разрывом резервуара. Последующей проверкой установлено, что редуктор был отрегулироваи на давлеиие 10 *ати*. Установить прнчину аварни, если известио:

1) диаметр резервуара $D = 60$ *см*;
2) толщииа стеики $S = 0{,}4$ *см*;
3) металл с времеииым сопротивлением $K_z = 3600$ *кг/см²*;
4) свариой шов одиосторониий; коэфициент $\varphi = 0{,}65$;
5) иадбавка иа коррозию $C = 0{,}1$ *см*.

Р е ш е н и е. Найдем фактический запас прочности стеики резервуара, пользуясь видоизмеиеиной формулой (22):

$$n = \frac{2K_z\varphi\,(S - C)}{pD} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 0{,}65\,(0{,}4 - 0{,}1)}{10 \cdot 60} = 2{,}34.$$

Снижение запаса прочности с 4,25 до 2,34 под влиянием возрастания давления в резервуаре сверх допустимого и вызвало аварию. Такой случай особенно вероятеи в изношеииом резервуаре или при недоброкачествеиной его сварке.

Пример 3. Захвачеи у противника прибор, состоящий из цилиндрического резервуара, воздушиого баллоиа и трубы с распылителем. Прибор мог быть использован противником для дымопуска. Определить величину рабочего давления, которое можно создавать в даином резервуаре, если устаиовлеио, что $D = 20$ *см*; $K_z = 4500$ *кг/см²*; $\varphi = 0{,}65$; $S = 0{,}2$ *см*; $n = 4{,}25$; $C = 0{,}1$ *см*.

Р е ш е и и е. Аналогично решению примера 1 иаходим

$$p = \frac{(S - C)\,2K_z\varphi}{Dn} = \frac{(0{,}2 - 0{,}1)\,2 \cdot 4500 \cdot 0{,}65}{20 \cdot 4{,}25} = 7 \ ати.$$

§ 14. РЕЗЕРВУАРЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Резервуары, работающие под гидростатическим давлением (цистерна АРС), при прочих равных условиях обладают большей прочностью, лучшей герметичностью и менее опасны при простреле стенки, чем резервуары, работающие под давлением сжатого воздуха. Отсутствие внутреннего избыточного давления позволяет придавать резервуару отличные от шара и цилиидра формы: цистерна АРС-10, например, имеет коробчатую форму с плоской боковой стенкой, а цистерна АРС-11 имеет эллиптическое поперечное сечение. Днища цистерн в обоих случаях плоские.

Учитывая большие линейные размеры цистерны АРС, большой вес ее с жидкостью, а также значительные динамические нагрузки в процессе эксплоатации, толщину стенки принимают обычно равной 4—5 *мм*. Для усиления жесткости цистерны стенки ее укрепляются приваренными к ним шпангоутами, к которым в свою очередь крепятся волнорезы (рис. 22).

Плоские днища цистерны АРС имеют ребра жесткости (рис. 23), которые при помощи откосов связывают днище с продольной стенкой цистерны.

Требования, предъявляемые к днищам в части их прочности, усложняются вследствие повышения гидростатического давления на днище при изменении уровня жидкости во время движения машины с переменной скоростью.

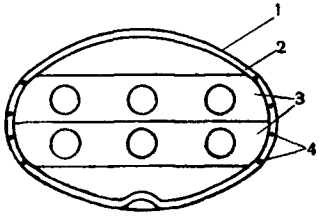


Рис. 22. Разрез цистерны АРС:
1 — корпус; *2* — шпангоут; *3* — волнорезы; *4* — болты

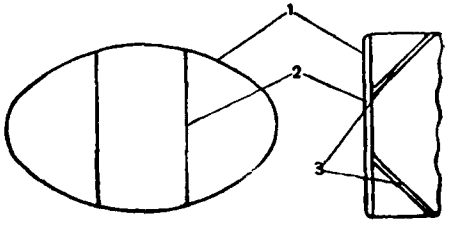


Рис. 23. Днище цистерны АРС:
1 — днище; *2* — ребра жесткости; *3* — откосы

Известно, например, что при изменении скорости движения, в частности, при торможении машины жидкость по инерции устремляется вперед и как бы прижимается к передней стенке (рис. 24). Поверхность уровня жидкости в резервуаре будет при этом наклонена к горизонту под углом β и гидростатическое давление на переднюю стенку возрастет с h до H.

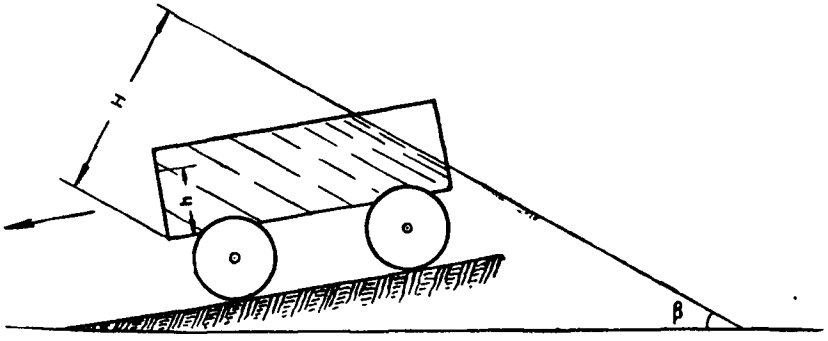


Рис. 24. Изменеиие уровня жидкости в цистерне АРС при торможении машины

В зависимости от величины ускорения, возникающего при торможении машины, величина гидростатического напора $p = \gamma h$ на днище удлиненного горизонтального резервуара может возрасти в два-три раза, в частности, может иметь место соотношение

$$H \simeq 3h.$$

Опасным для прочности больших резервуаров является также волнообразное движение жидкости, возникающее вследствие на-

рушения ее покоя под влиянием сотрясений и переменной скорости. В качестве мер борьбы с волнообразным движением жидкости и ее ударами в днища применяют волнорезы, которые, пропуская через свои отверстия жидкость, затормаживают перемещение волны, уменьшают ее длину и скорость и этим резко снижают силу возможного удара волны в днище резервуара (например цистерны АРС).

Волнорезы крепятся к шпангоутам болтами, затяжка гаек которых может со временем под влиянием сотрясений и коррозии ослабевать. Болты и гайки в этом случае выпадают и, как показывает практика, иногда попадают в насос, вызывая его поломку. Поэтому при каждом плановом техническом осмотре АРС гайки болтов крепления волнорезов должны подтягиваться и законтриваться.

При наполнении цистерны АРС дымовой смесью С-4, упругость паров которой в летних условиях может достигать 0,2 *кг/см*^{2}, прочность стенок цистерны и днищ должна соответствовать суммарному давлению

$$p = p_{\text{гидр.}} + p_{\text{пара}}. \qquad (25)$$

В этом случае цистерна АРС может рассматриваться уже как оболочка с внутренним избыточным давлением p. Наиболее опасными в смысле деформации частями цистерны будут плоские боковые стенки и днища.

Учитывая это обстоятельство, цистерну при изготовлении на заводе испытывают на прочность путем создания в ней избыточного давления в 0,75 *кг/см*^{2}. В процессе эксплоатации, очевидно, следует не допускать возникновения давления внутри цистерны, для чего в летнее время легко летучие жидкости (дымовую смесь и др.) перевозить и хранить с открытым воздушником. В холодное время года, наоборот, цистерна должна быть герметизирована, чтобы находящаяся в ней дымовая смесь не поглощала влагу воздуха, так как это вызывает усиление коррозии.

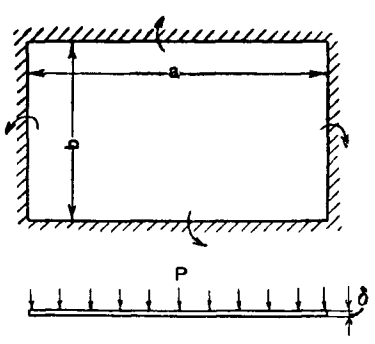


Рис. 25. Изгиб плоских стенок резервуара

Сопротивление плоских стенок внутреннему избыточному давлению внутри резервуара может быть оценено на основе теории, разработанной советским ученым, академиком Галеркиным. Он исследовал изгиб различных пластин, в частности изгиб прямоугольных пластин, жестко закрепленных по всем четырем сторонам и нагруженных равномерно распределенной нагрузкой (рис. 25). Приближенная формула Галеркина для указанных условий, связывающая толщину стенки S с давлением p и геометрическими размерами стенки, имеет вид

$$S = \sqrt{\frac{6kpb^2}{\sigma}}, \qquad (26)$$

где p — давление, *кг/см*^{2};

σ — допускаемое напряжение на изгиб, равное 900—1200 *кг/см*^{2};

b — ширина пластины или высота плоской стенки цистерны АРС, *см*;

k — коэфициент, зависящий от отношения $\frac{a}{b}$,

где a — длина пластины или расстояние между шпангоутами цистерны АРС, *см*.

Значения коэфициента k следующие:

$\frac{a}{b}$	1	1,2	1,5	2	2,5	3
k	0,0517	0,0612	0,075	0,0829	0,083	0,0832

Пример. Определить пригодность цистерны АРС, в частности АРС-10, для перевозки легко летучих жидкостей в летнее время, если известно: $a = 100$ *см*; $b = 40$ *см*; $S = 0{,}5$ *см*; температура атмосферного воздуха $t = 8°$ С; упругость пара легко летучей жидкости при этой температуре 1 *ата*.

Решение

1. При отношении $\frac{a}{b} = 2{,}5$ $k = 0{,}083$.

2. Пользуясь формулой (26), находим напряжение

$$\sigma = \frac{6kpb^2}{S^2} = \frac{6 \cdot 0{,}083 \cdot 1{,}0 \cdot 40^2}{0{,}5^2} = 3200 \text{ кг/см}^2,$$

что в три раза превосходит допустимое напряжение. Следовательно, с точки зрения прочности цистерна АРС-10 непригодна для перевозки легко летучих жидкостей, особенно в летнее время.

§ 15. КРЕПЛЕНИЕ И АРМАТУРА РЕЗЕРВУАРОВ

Как сказано выше, резервуар дымовой машины испытывает большие динамические нагрузки при движении с переменной скоростью в полевых условиях. Вследствие этого крепление резервуара к раме шасси делается достаточно прочным, чтобы устранить опасность не только срыва резервуара, но и малейшего его перемещения.

Незначительные перемещения резервуара на шасси опасны тем, что при жестком раздельном креплении резервуара и насоса к раме шасси возможно возникновение перекоса в резьбовых соединениях, смятие свинцовых и других прокладок и как следствие этого — нарушение герметичности. Вот почему в процессе эксплоатации, в частности после марша, следует проверять герметичность резьбовых соединений и подтягивать гайки.

Для обеспечения нормальной работы дымовой машины ее резервуар снабжается специальной арматурой. Богатый опыт развития дымовых машин в Советской Армии позволяет привести следующий перечень арматуры резервуаров:

1) измерители уровня поплавкового и реечного типов;

2) манометры для измерения давления;

3) предохранительные клапаны для спуска избыточного давления;

4) обратные клапаны для пропуска воздуха или жидкости в одном направлении;

5) воздушники в виде крана или змеевика для сообщения резервуара с атмосферой;

6) волнорезы для уменьшения силы удара волны жидкости;

7) противопожарная сетка;

8) масляный или водяной затвор к манометру для предохранения деталей манометра от коррозии;

9) горловины и люки для снаряжения и осмотра резервуаров;

10) сливные трубы и отверстия с пробками для очистки резервуара.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы особенности работы резервуара дымовых машин и приборов?
2. Чему равна рабочая емкость существующих дымовых машин (АРС) и чем она обусловлена?
3. Назначение газовой (воздушной) подушки в резервуаре.
4. Значение формы резервуара.
5. Влияние давления в резервуаре на его прочность и вес.
6. Влияние величины диаметра цилиндрического резервуара на его прочность и вес.
7. Возможные причины разрыва резервуаров.
8. Преимущества резервуаров без внутреннего избыточного давления.
9. Характеристика устройства и прочности цистерны АРС.
10. Характеристика устройства и прочности бочек, приспособленных для дымопуска.
11. Назначение специальной арматуры на резервуарах дымовых машин.
12. Можно ли в цистерне АРС перевозить легко летучие жидкости?

РАСПЫЛИТЕЛИ

§ 16. ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАСПЫЛЕНИЯ

В военно-химической технике распылители применяются для дымопуска из различных машин и приборов, а также для дегазации боевой техники и сооружений. В этих случаях процесс распыления является одним из основных. От качества работы распылителя в известной мере зависят качество дымовой завесы, величина коэфициента использования дымообразующего вещества, нормы расхода дымообразующего вещества, величина рабочего давления, время опорожнения машины, вес специального оборудования, т. е. все основные тактико-технические данные дымовой машины или прибора.

За годы Великой Отечественной войны распылители наших дымовых средств были усовершенствованы, благодаря чему продолжительность дымопуска из АРС возросла в три-четыре раза (табл. 6).

Таблица 6

Характеристика старых и новых распылителей

Распылители	Площадь сечения отверстий *мм*²	Расход дымовой смеси *кг/мин*	Время опорожнения для АРС-6 мин.	Средний радиус капель *мк*	Коэфициент использования дымовой смеси %
Щелевой распылитель (старый) . .	50	40	45	1,2	10—15
Коллекторный распылитель ВР-10 (новый) . . .	10,5	10	180	0,06—0,08	До 40

Главное преимущество нового распылителя заключается в интенсивном мелком распылении жидкости. Чем меньше размер капель, тем больше поверхность капель, полученных из одного и того же объема жидкости (табл. 7).

Таблица 7

Изменение поверхности и скорости падения капель в зависимости от их размера

Радиус капель, *мм*	0,001	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0
Число капель данного радиуса, получающееся из 1 *см*³ жидкости	$24 \cdot 10^{10}$	$190 \cdot 10^{4}$	$24 \cdot 10^{4}$	$3 \cdot 10^{4}$	$1{,}9 \cdot 10^{3}$	240	30
Поверхность капель из 1 *л* жидкости, *м*²/*л* .	3020	60	30,2	15,1	6,0	3,02	1,5
Скорость падения капли в воздухе, *м/сек* . . .	0,001	0,318	1,27	—	4	6	8

Чем больше суммарная поверхность капель, т. е. чем меньше их радиус, тем интенсивнее происходит испарение дымообразующего вещества. Кроме того, малые капли падают со значительно меньшей скоростью, чем большие, следовательно, они более продолжительное время будут находиться в воздухе, что в конечном счете также способствует более полному их испарению и увеличению коэфициента использования дымообразующего вещества.

Приведенные здесь данные показывают необходимость тщательного распыления дымовой смеси; желательно, чтобы средний радиус капель не превышал 0,1 *мм*. Практически наши дымовые машины и приборы в зависимости от величины рабочего давления дают капли, радиус которых колеблется в пределах 60—80 μ (микрон), т. е. 0,06—0,08 *мм*.

§ 17. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ

В различных дымовых и дегазационных машинах и приборах в зависимости от их назначения выбрасываемая из распылителей жидкость имеет разную степень распыления. В машинах для дегазации местности, например, требуется разбрызгивание жидкого дегазирующего вещества (дегазирующего раствора) на сравнительно крупные капли с радиусом 1,5—2 *мм* и с равномерным распределением их на дегазируемой поверхности. При дегазации боевой техники и различных сооружений необходимо сравнительно грубое распыление, когда радиус капель составляет 0,2—0,3 *мм*. В дымовых машинах и приборах требуется, как правило, мелкое распыление с радиусом капель не более 0,1 *мм*.

В соответствии с указанными степенями распыления в военно-химической технике применяются: наконечники в виде брандспойтов, разбрызгивающие насадки и распылители. Здесь мы рассмотрим только распылители.

Все известные распылители работают на принципе механического дробления жидкости и по своей конструкции могут быть классифицированы следующим образом:

1) центробежные камерные и шнековые распылители (с завихрителем);

2) ударные распылители: щелевой и с конусом;

3) распылители, действие которых основано на принципе удара встречных струй;

4) пневматические распылители, в которых жидкость дробится струей воздуха;

5) распылительные диски;

6) малые отверстия, дающие тонкие цилиндрические струи жидкости.

Механизм процесса распыления в большинстве случаев заключается в образовании при помощи распылителя жидкой пленки, которая затем распадается на мелкие капли. Наибольшее распространение в военно-химической технике получили центробежные распылители.

§ 18. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ

Несмотря на то что центробежные распылители в технике применяются давно, стройная гидродинамическая теория распылителя разработана лишь в 1943 г. советскими учеными.

Рассмотрим основные положения этой теории в применении к идеальной жидкости, протекающей в центробежном распылителе камерного типа (рис. 26).

Корпус распылителя имеет форму цилиндра с выходным соплом, расположенным в центре торцевой стенки. Подача жидкости в камеру распылителя осуществляется по каналу, ось которого перпендикулярна к оси цилиндра, но не пересекается с ней. Благодаря этому жидкость, поступая по тангенциально расположенному относительно камеры каналу, будет протекать сквозь распылитель с вращением. Но, кроме вращательного движения, жидкость будет также совершать и поступательное движение от стенки камеры к ее центру, так что в конечном счете траектория частиц жидкости будет представлять собой спираль, показанную на рис. 27.

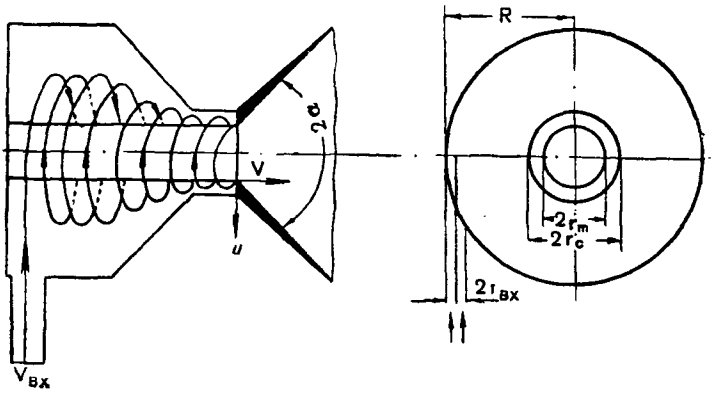


Рис. 26. Принципиальная схема центробежного распылителя камерного типа:

$v_{вх}$ — скорость входная; v — скорость поступательная; u — тангенциальная составляющая скорости; r_c — радиус сопла; r_m — радиус вихря; $r_{вх}$ — радиус входного канала

При подобном течении жидкости внутри распылителя ее частицы будут находиться под действием центростремительных сил, возникающих под влиянием твердых стенок. Перед выходом струи из сопла действие этих сил прекращается, и жидкие частицы под влиянием центробежных сил разлетаются (распыляются) в пространстве по прямолинейным практически лучам, касательным к прежним траекториям частиц внутри сопла. Тангенс угла α, который образуют линии тока с осью распылителя, равен отношению тангенциальной u составляющей скорости к поступательной скорости v в выходном сечении сопла:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{u}{v}. \qquad (27)$$

Рис. 27. Схема течения жидкости внутри центробежного распылителя

Опытами показано, что струя жидкости по выходе из распылителя растягивается в жидкую пленку, форма которой сильно видоизменяется по мере нарастания скорости истечения (рис. 28).

Однако при давлении 1—2 *ати* пленка приобретает практически форму конуса, сохраняющего постоянное значение угла α при дальнейшем увеличении давления.

Из теории известно, что скорость u вращательного движения потока идеальной жидкости внутри распылителя по мере перемещения частиц от стенки камеры к ее центру возрастает обратно пропорционально расстоянию r от взятой частицы до оси распылителя (рис. 29), т. е.

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{r_1}{r_2},$$

откуда

$$u_2 r_2 = u_1 r_1 = \text{const}.$$

Так как у стенки камеры скорость u_2 может быть принята равной скорости $v_{вх}$ во входном канале, а расстояние r_2 — равным радиусу R камеры, то, произведя замену, получим в общем виде

$$v_{вх} R = ur = \text{const}. \qquad (28)$$

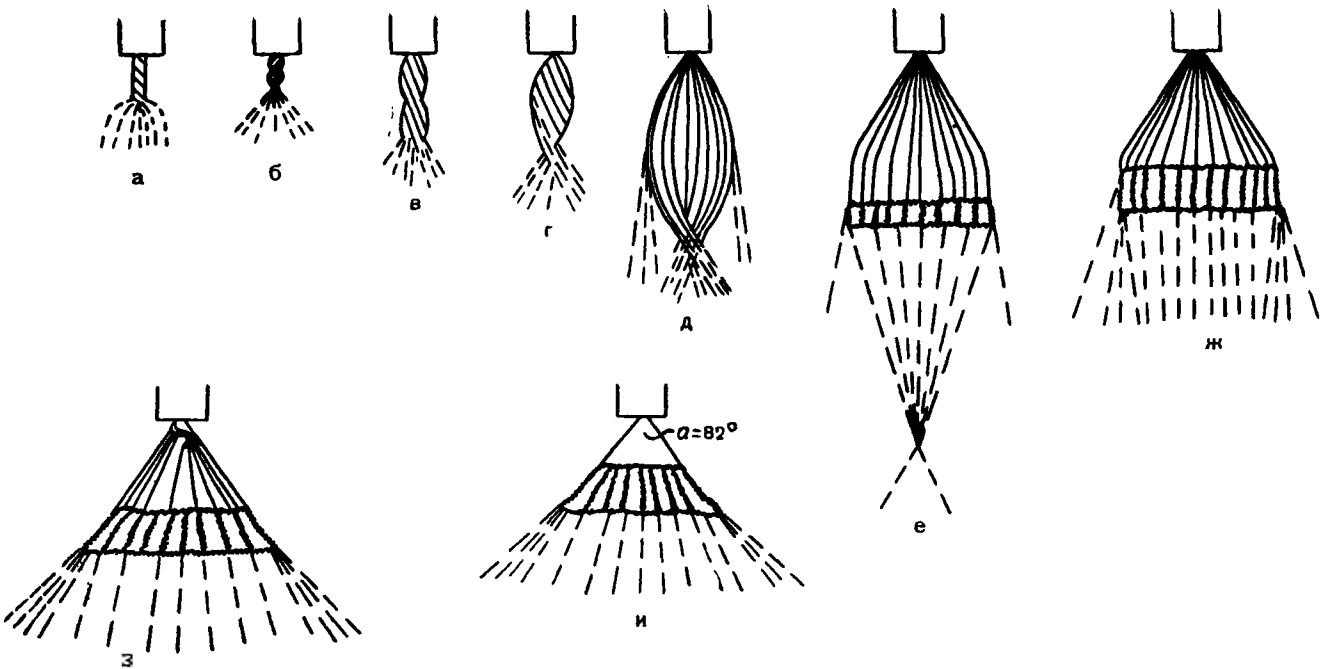


Рис. 28. Пленка жидкости, вытекающей из центробежного распылителя:

а — скорость 0,43 *м/сек*; *б* — скорость 0,54 *м/сек*; *в* — скорость 1,07 *м/сек*; *г* — скорость 1,45 *м/сек*; *д* — скорость 1,84 *м/сек*; *е* — скорость 2,04 *м/сек*; *ж* — скорость 2,50 *м/сек*; *з* — скорость 3,22 *м/сек*; *и* — скорость 6,23 *м/сек*

Полученное выражение носит название закона кругового движения жидкости. Как видно, произведение вращательной скорости частицы на ее расстояние до оси вращения в идеальном потоке остается величиной постоянной. Из этого закона следует, что скорость частицы по мере ее приближения к оси распылителя должна была бы возрастать до бесконечности. Фактически же скорость вращения u может увеличиваться лишь постольку, поскольку в данной элементарной струйке имеется налицо соответствующий запас энергии, определяемый так называемым уравнением Бернулли. Уравнение Бернулли для сечений идеального потока при входе в распылитель и выходе из сопла имеет вид

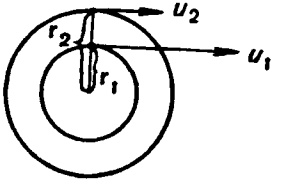


Рис. 29. Круговое движение жидкости

$$\frac{p_{вх}}{\gamma} + \frac{v_{вх}^2}{2g} + Z_{вх} = \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} + Z = \text{const},$$

где $p_{вх}$ — давление потока во входном отверстии;

p — давление в любой точке пространства внутри распылителя, в частности, внутри сопла;

g — ускорение силы тяжести (9,81 *м/сек*²);

γ — вес единицы объема жидкости;

$Z_{вх}$ и Z — геометрические высоты уровней при входе и выходе из распылителя;

v и u — скорости произвольно взятой частицы жидкости.

Полагая $Z_{вх} = Z$ и вводя обозначение для полного напора

$$H = \frac{p_{вх}}{\gamma} + \frac{v_{вх}^2}{2g} = \text{const},$$

будем иметь

$$\frac{p}{\gamma} = H - \left(\frac{v^2}{2g} + \frac{u^2}{2g}\right). \tag{29}$$

Из уравнений (28) и (29) не трудно видеть, что вблизи оси форсунки ($r \to 0$) скорость потока должна иметь бесконечно большое положительное значение, а давление — бесконечно большое отрицательное значение, что практически невозможно. В действительности, по мере приближения частицы к оси распылителя скорость u будет расти, а давление в соответствии с уравнением (29) — падать, но только до тех пор, пока оно не станет равным атмосферному. Дальнейшее уменьшение давления в центральной области невозможно, так как одним своим основанием эта область выходит сквозь сопло в атмосферу; здесь произойдет разрыв струи жидкости и образование «пустоты». Иначе говоря, центральная часть пространства в распылителе не может быть заполнена потоком жидкости; здесь будет располагаться воздушный вихрь с давлением, равным атмосферному; избыточное же давление в вихре $p_m = 0$. Вследствие этого истечение жидкости из распылителя будет происходить через кольцевое сечение (см. рис. 26), внутренний радиус которого равен радиусу воздушного вихря (r_m), а внешний — радиусу сопла (r_c). Коэфициент ε заполнения сечения сопла или своеобразный коэфициент сжатия определится из так называемого уравнения неразрывности струи:

$$Q = \varepsilon \pi r_c^2 v = \pi (r_c^2 - r_m^2) v \tag{30}$$

и будет, очевидно, равен

$$\varepsilon = 1 - \frac{r_m^2}{r_c^2}. \tag{31}$$

В соответствии с изложенным в теории доказывается, что давление в поперечном сечении потока изменяется по закону

$$\frac{p}{\gamma} = \frac{u_m^2}{2g} - \frac{u^2}{2g}, \tag{32}$$

где u_m — скорость на поверхности воздушного вихря.

Уравнение (32) является уравнением параболы, изображенной на рис. 30.

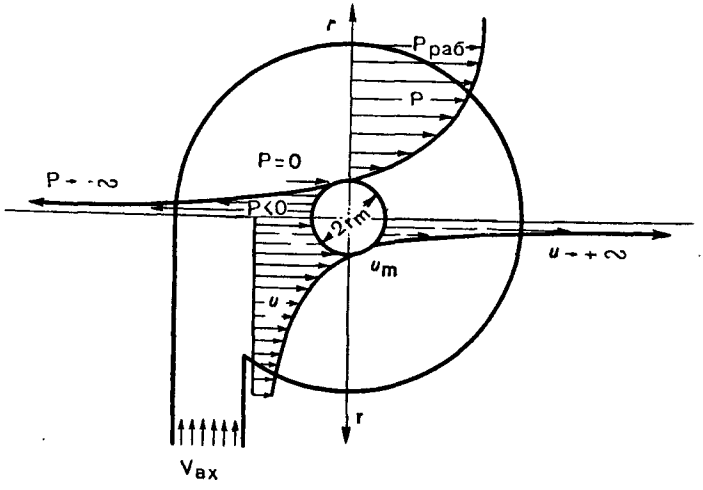


Рис. 30. Изменение давления и скорости жидкости в поперечном сечении камеры центробежного распылителя:
r — расстояние от оси распылителя; p — давление; u — скорость вращения

Из уравнения (32) и рис. 30 видно, что при $u = u_m$ давление $p = 0$; при $u > u_m$ избыточное давление $p < 0$, но благодаря разрыву жидкости там будет атмосферное давление; при $u < u_m$ давление растет, и у стенки распылителя оно равно рабочему давлению. На рис. 30 показано также изменение окружной скорости u по мере продвижения частицы от стенки к оси распылителя, в соответствии с уравнением (28).

Таковы основные положения гидродинамической теории центробежного распылителя.

Интересным выводом из этой теории является установление определяющей роли геометрических размеров распылителя или так называемой геометрической характеристики A, представляющей собой безразмерный параметр вида

$$A = \frac{Rr_c}{r_{вх}^2}, \tag{33}$$

где R — радиус камеры завихрения;
r_c — радиус сопла;
$r_{вх}$ — радиус входного канала.

Доказано, что основные показатели работы распылителя — коэфициент расхода μ, коэфициент сжатия ε, угол распыла α и размер воздушного

вихря r_m — являются функцией его геометрической характеристики A и не зависят от величины давления. В самом деле, коэфициент расхода

$$\mu = \sqrt{\frac{\varepsilon^3}{2-\varepsilon}}. \tag{34}$$

Коэфициент сжатия струи ε в свою очередь определяется в зависимости от A по уравнению

$$A = \frac{1-\varepsilon}{\sqrt{\frac{\varepsilon^3}{2}}}. \tag{35}$$

Следовательно, μ есть функция геометрической характеристики A (рис. 31).

Радиус вихря зависит от ε (см. уравнение 31), т. е. в конечном счете также определяется геометрической характеристикой.

Угол распыла α определяется из уравнения

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2A\varepsilon}{1+\sqrt{1-\varepsilon}}. \tag{36}$$

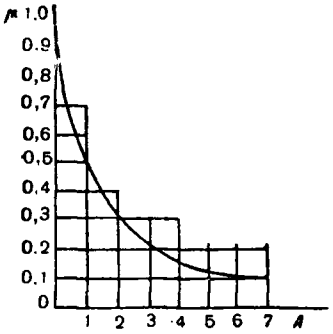


Рис. 31. Изменение μ в зависимости от A

Все эти характерные свойства центробежного распылнтеля, установленные теорией, подтверждены опытами, проведенными советскими исследователями. Заметное отклонение от теории наблюдается при значительном возрастанин величины A, когда произведенне ur, характерязующее движение реальной жидкости внутри распылителя (см. ур. 28), ие остается постоянным благодаря наличию и постепеиному возрастанию гидравлических потерь напора. Прн обычно принятых в технике геометрических размерах распылителей расчеты по приведенным выше уравнениям дают результаты, хорошо согласующиеся с данными опыта. Для распылителей с геометрической характеристикой $A \leqslant 1$ расхождение данных теории и опыта не превышает 10%; с повышением вязкостн жидкости и увеличением значення A эти расхождения возрастают.

Все уравнения, выведенные для распылителя камерного типа, вполне приложимы и к шнековому распылителю с винтовым сердечииком. Своеобразие процесса здесь заключается лишь в том, что при входе в камеру завихрения поток будет нметь тангенциальную скорость $v_т$ (рнс. 32) меньшую, чем в камерном распылителе. Эта скорость будет

$$v_т = v_{вх} \cos\beta, \tag{37}$$

где β — угол наклона нарезки сердечника.

Уравненне (28), характеризующее движенне частицы при входе в камеру шнекового распылителя, соответственно перепишетси в внде

$$v_{вх} R_{вх} \cos\beta = ur. \tag{38}$$

Обозиачая $R_{вх}\cos\beta$ через R', получим выражение для геометрической характеристики шнекового распылителя

$$A' = \frac{R' r_c}{r_{вх}^2} = \frac{R_{вх}\, r_c \cos\beta}{r_{вх}^2}$$

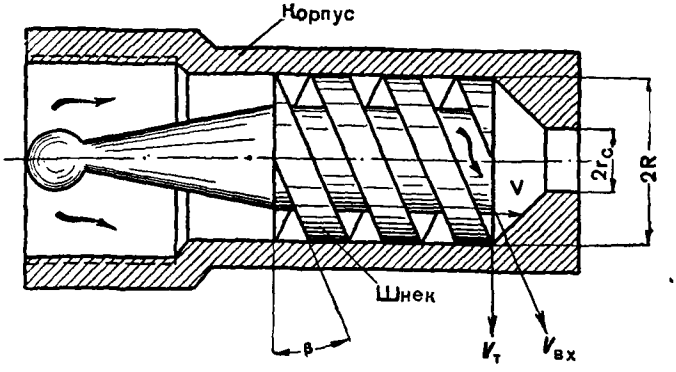


Рис. 32. Схема шнекового распылителя:
r_c — радиус сопла; R — радиус камеры; $v_{вх}$ — скорость входная; $v_т$ — скорость тангенциальная; β — угол наклона нарезки сердечника

или, заменяя A' через B,

$$B = \frac{R_{вх}\, r_c \cos\beta}{r_{вх}^2}.$$

Так как каналы сердечника имеют прямоугольное сечение, а не круглое, то геометрнческие характеристнки удобнее выражать в виде

$$A = \frac{D}{d_c} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{вх}} \tag{39}$$

и

$$B = \frac{D}{d_c} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{вх}} \cos\beta, \tag{40}$$

где D — диаметр камеры завихреиия;
d_c — днаметр сопла;
ω_c — сечение сопла;
$\omega_{вх}$ — сечение входных каналов.

Пример. Дан шнековый распылнтель с размерами (рис. 33): $d_c = 1{,}64$ *мм*; $D_н = 7{,}25$ *мм*; $D_{вн}$ (внутренний диаметр нарезки сердечника) $= 4{,}25$ *мм*; b (глубина нарезки) $= 1{,}5$ *мм*; ширина канала $a = 2$ *мм*; h (шаг нарезки) $= 10$ *мм*. Сердечник — двухходовой винт.

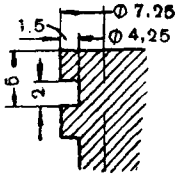


Рис. 33. Размеры шиека (червяка)

Найти все характеристнки двнжения жидкостн внутри распылителя (коэфициент расхода, радиус вихря и др.).

Решение

1. Определим угол наклона нарезкн сердечника:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{\pi\left(\frac{D_н + D_{вн}}{2}\right)} = \frac{10}{3{,}14\left(\frac{7{,}25 + 4{,}25}{2}\right)} = 0{,}553.$$

Затем по справочнику находим $\beta = 29°$ и $\cos\beta = 0{,}874$.

2. Сечение двух каналов составит величину

$$\omega_{вх} = 2ab = 2 \cdot 2 \cdot 1{,}5 = 6 \text{ мм}^2.$$

3. Сеченне сопла

$$\omega_c = \frac{\pi d_c^2}{4} = 2{,}12 \text{ мм}^2.$$

4. Расстояние от оси распылнтеля до центра каналов

$$R_{вх} = \frac{D_{вн} + b}{2} = \frac{4{,}25 + 1{,}5}{2} = 2{,}88 \text{ мм};$$

$$D = 2R_{вх} = 2 \cdot 2{,}88 = 5{,}75 \text{ мм}.$$

5. Геометрическая характеристика

$$A = \frac{D}{d_c} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{вх}} = \frac{5{,}75}{1{,}64} \cdot \frac{2{,}12}{6} = 1{,}24,$$

а с учетом $\cos\beta$

$$B = A\cos\beta = 1{,}24 \cdot 0{,}874 = 1{,}08.$$

6. Коэфициент живого сечения ε находим по уравненню (35) методом подбора илн по ранее заготовленному графику; прн $B = 1{,}08$ $\varepsilon = 0{,}63$.

7. Коэфициент расхода

$$\mu = \sqrt{\frac{\varepsilon^3}{2 - \varepsilon}} = 0{,}424.$$

8. Радиус вихря из уравнення (31)

$$r_m = r_c \sqrt{1 - \varepsilon} = 0{,}82 \sqrt{1 - 0{,}63} = 0{,}5 \text{ мм}.$$

9. Толщина кольцевого сечення потока

$$\delta = r_c - r_m = 0{,}82 - 0{,}5 = 0{,}32 \text{ мм}.$$

10. Угол распыла

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2B\varepsilon}{1 + \sqrt{1 - \varepsilon}} = \frac{2 \cdot 1{,}08 \cdot 0{,}63}{1 + \sqrt{1 - 0{,}63}} = 0{,}846,$$

откуда $\alpha \simeq 40°$, а полный угол $2\alpha = 80°$.

Решенный пример иллюстрирует основные положения гидроднамической теории. Полученные теоретические значения μ, α и r_m хорошо согласуются с данными опыта.

§ 19. ОБРАЗОВАНИЕ И РАСПАД ЖИДКОЙ ПЛЕНКИ

В отличие от струйного распыления горючего в дизелях, осуществляемого при помощи цилиндрических сопел малого размера прн давлениях в сотни атмосфер, нужное дробление дымовой смеси распылителями достигается при давлениях 3—5 *ати* благодаря развертыванию жидкости в тонкую пленку с большой удельной поверхностью, т. е. поверхностью, приходящейся на единицу объема жидкости.

Жидкая пленка, получаемая при помощи любого распылителя, является неустойчивой формой существования жидкости, так как последняя всегда стремится принять наименьшую при данном объеме свободную поверхность, каковой будет поверхность шара. Вот почему пленка жидкости распадается на капли. Механизм этого процесса, т. е. процесса собственно распыления жидкости, изучен еще недостаточно, однако основные закономерности установлены.

§ 20. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА РАСПЫЛЕНИЯ

Структура факела капель, выбрасываемых из различных распылителей, характеризуется начальным углом распыла, плотностью потока жидкости в различных точках сечения факела, его формой и габаритами.

Степень дробления жидкости, вытекающей из данного распылителя, характеризуется средним радиусом капли и неоднородностью дробления. Средний радиус капель обычно определяется из условия

$$r = \frac{3v}{o}, \tag{41}$$

где v и o — соответственно суммарные объем и поверхность взятого числа капель.

Как показывают опыты, неоднородность (полидисперсность) дробления, т. е. разность Δr радиусов максимальных и минимальных по размеру капель, следует зависимости вида

$$\Delta r = \frac{a}{\sqrt{p}}, \tag{42}$$

т. е. с ростом давления p полидисперсность Δr уменьшается.

Величина среднего радиуса капель, получающихся при работе данного распылителя, определяется:

1) величиной давления или скорости истечения;

2) величиной диаметра (сечения) отверстия или величиной секундного расхода жидкости;

3) физическими свойствами жидкости, в частности, ее поверхностным натяжением;

4) конструктивными факторами.

Советскими исследователями выведено теоретическое уравнение, определяющее диаметр d капли как функцию четырех переменных: давления p ($кг/см^2$), поверхностного натяжения σ ($кг/см$) и геометрических размеров центробежного распылителя $r_{вх}$ и R ($см$):

$$d_{ср} = 1{,}89 \sqrt[3]{\frac{\sigma}{p} \cdot \frac{r_{вх}^4}{R^2}}. \tag{43}$$

Это уравнение выведено из энергетических соображений в предположении, что суммарная поверхность всех образующихся капель приблизительно равна поверхности жидкой пленки. Такое предположение для приближенного решения задачи вполне справедливо, что подтверждается удовлетворительным совпадением в большинстве случаев данных расчета с данными опыта.

Пример. Определить размер капель, образующихся при дымопуске из бочек, пользуясь формулой (43).

Дано:

1) расстояние от оси распылителя до центра каналов сердечника $R = 2{,}88$ *мм*;

2) сечение двух каналов винта $\omega_{вх} = 6$ *мм*^{2};

3) поверхностное натяжение дымовой смеси: $\sigma = 0{,}00005$ *кг/см*;

4) давление: 4 и 2 *ати*.

Решение

1. Приведенный радиус входного канала рассчитываем по площади сечения двух каналов винта

$$r_{вх} = \sqrt{\frac{\omega_{вх}}{\pi}} = \sqrt{\frac{6}{3{,}14}} = 1{,}38 \text{ мм}.$$

2. Средний диаметр капель

$$d_{ср} = 1{,}89 \sqrt[3]{\frac{\sigma}{p} \cdot \frac{r_{вх}^4}{R^2}} = 1{,}89 \sqrt[3]{\frac{0{,}00005}{4} \cdot \frac{0{,}138^4}{0{,}288^2}} = 0{,}0072 \text{ см},$$

а при давлении 2 *ати* $d_{ср} = 91$ *мк*.

Найденный расчетом размер капель несколько меньше, чем по данным опыта.

Для ударного распылнтеля и распылителя, работающего на принципе столкновення встречных струй, опытом получено уравненне, отображающее влияние давления p и диаметра d отверстня на величнну среднего радиуса $r_{ср}$ капель.

$$r_{ср} = \frac{97{,}5 + 23{,}8d}{p^{0{,}1964-0{,}0304d}}, \qquad (44)$$

где p — давление, *кг/см*²;
d — диаметр отверстия, *мм*;
$r_{ср}$ — средний радиус капель, *μ*.

Таблица 8

Размер капель для ударного распылителя по уравнению (44)

Диаметр отверстия *мм*	Давление, *ати*			
	1	2	3	4
1,0	118	106	94	78
1,5	133	120	108	94
2,0	145	132	120	106

Из уравнений (43), (44), табл. 8 и рис. 34 видно, что чем больше давление, тем мельче капли.

Однако изменение радиуса капель постепенно замедляется, и мы можем ввести поиятие об оптимальном давлении, равном 3—5 *ати*, которое обычно и применяется в наших дымовых машинах и приборах.

Рис. 34. Изменение среднего радиуса капель с изменением давления

С ростом диаметра отверстия и соответственно расхода жидкости дробление ухудшается по закону прямой (рис. 35). Из последнего следует, что изменять расход дымообразующего вещества целесообразно числом отверстий, а не размером диаметра отверстия или величиной давления.

При сравнении распылителей разной конструкции оказалось, что в случае распыления жидкости с одинаковым расходом из одного отверстия при одинаковых давлениях средний радиус образующихся капель практически не зависит

Рис. 35. Изменение среднего радиуса капель в зависимости от диаметра отверстия

от конструкции распылителя. Диаметры отверстий в этом случае у разных распылителей будут различными в соответствии с неодинаковой величиной коэфициентов расхода. Сущность такой закономерности заключается в том, что образующаяся при работе всех распылителей жидкая пленка при одинаковых Q и p будет иметь приблизительно одинаковую начальную толщину и поэтому при своем распаде давать одинаковую степень дробления жидкости.

§ 21. РАСПЫЛЕНИЕ В СТРУЕ ГАЗА

В некоторых машинах, применяющихся в военно-химическом деле (например, в АГВ для распыления топлива) использован принцип пульверизации, т. е. жидкость распыляется струей воздуха в специальной форсунке низкого давления. Степень дробления в этом случае, как показали исследования, определяется главным образом соотношением расходов газа и жидкости $\left(\frac{Q_{газа}}{Q_{жидк.}}\right)$ и относительной скоростью газа. Для получения удовлетворительного распыления требуется израсходовать не менее 500—1000 объемов газа на один объем жидкости. Следовательно, пульверизация применима лишь там, где имеется мощный источник сжатого воздуха или пара, а расход жидкости невелик.

Применение пульверизации в дымовых машинах и приборах нерационально, так как расход воздуха (число баллонов) пришлось бы увеличить по сравнению с существующим в десятки раз.

§ 22. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДИНОЧНОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДЫМОПУСКА ИЗ АРС

Производительность одиночного распылителя. Требуется найти расход дымовой смеси из одиночного распылителя дымового прибора, если известно:

1) геометрическая характеристика распылителя: $B = 0{,}99$;
2) диаметр выходного отверстия: $d_c = 1{,}50$ *мм*;
3) рабочее давление перед распылителем: 2 и 4 *ати*;
4) вес единицы объема дымовой смеси: $\gamma = 1900$ *кг/м*^{3}.

Решение

1. Коэфициент живого сечения струи, вытекающей из центробежного распылителя, находим методом подбора по формуле (35)

$$B = \frac{1-\varepsilon}{\sqrt{\frac{\varepsilon^3}{2}}},$$

откуда $\varepsilon = 0{,}64$.

2. Коэфициент расхода μ по уравнению (34) будет

$$\mu = \sqrt{\frac{\varepsilon^3}{2-\varepsilon}} = 0{,}438.$$

3. Теоретическая скорость истечения дымовой смеси из отверстия при $p = 2$ *ати*

$$w = \sqrt{2g\frac{p}{\gamma}} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \frac{2 \cdot 10^4}{1900}} = 14{,}3 \text{ м/сек}.$$

4. Объемный расход дымовой смеси при $p = 2$ *ати* и сечении сопла $\omega_c = \frac{\pi d_c^2}{4} = 1{,}77$ *мм*^{2} будет

$$Q = \mu\omega_c w = 0{,}438 \cdot 0{,}00000177 \cdot 14{,}3 = 0{,}0000111 \text{ м}^3/\text{сек} \text{ или } 0{,}665 \text{ л/мин}.$$

5. Весовой расход дымовой смеси

$$G = Q\gamma = 0{,}665 \cdot 1{,}9 = 1{,}26 \text{ кг/мин}.$$

Соответственно при давлении $p_x = 4$ *ати* $G = 1{,}78$ *кг/мин*. При увеличении давления с 2 до 4 *ати* расход дымовой смеси возрастает в $\frac{1{,}78}{1{,}26} = 1{,}41$ раза, т. е. расход увеличивается пропорционально величине

$$\sqrt{\frac{p_x}{p}} = \sqrt{\frac{4}{2}} = 1{,}41.$$

Определение продолжительности дымопуска из АРС. Продолжительность дымопуска из АРС (например из АРС-11) определяется рабочей емкостью цистерны, производительностью одиночного распылителя при данном давлении и числом работающих распылителей. Произведем расчет продолжительности дымопуска из АРС-11 при условии, что количество одновременно работающих распылителей изменяется от одного до шести, а давление по манометру равно 4; 3; 2 и 1 *ат*.

Производительность одного штатного распылителя АРС-11, указанная в инструкции, $G_0 = 1{,}7$ *кг/мин*.

При этом продолжительность дымопуска из АРС-11 (зарядка $G = 2500$ *кг*) составит

$$\tau_1 = \frac{G}{G_0} = \frac{2500}{1{,}7} = 1470 \text{ минут}.$$

При одновременной работе двух, трех и большего числа распылителей продолжительность дымопуска будет сокращаться. Если допустить, что коэфициент расхода всей системы, учитывающий и потери напора в жидкостной коммуникации, остается одинаковым при работе одного и большего числа распылителей, то при данном манометрическом давлении расход будет прямо пропорционален, а время опорожнения обратно пропорционально числу одновременно работающих распылителей. Допущение постоянства коэфициента расхода системы порождает некоторую погрешность, но эта погрешность не превышает 1—2%.

Тогда продолжительность дымопуска при работе всех шести распылнтелей будет

$$\tau_2 = \frac{G}{nG_0} = \frac{2500}{6 \cdot 1{,}7} = 245 \text{ минут.}$$

Если теперь иас интересует продолжительность дымопуска при другом давлении перед распылителем, то в соответствии с установлениым мы можем написать

$$\tau_x = \tau_1 \sqrt{\frac{p_1}{p_x}}, \qquad (45)$$

т. е. продолжительность дымопуска изменяется пропорционально $\sqrt{\frac{p_1}{p_x}}$. Если, напрнмер, при $p_1 = 4$ *ати* $\tau_1 = 1470$ минут, то прн давлении $p_x = 2$ *ати* $\tau_x = 1470 \sqrt{\frac{4}{2}} = 2080$ минут.

По изложенному здесь способу рассчитана продолжительность дымопуска при других давлениях и другом количестве работающих распылителей. Результаты расчета представлены в табл. 9.

Таблица 9

Продолжнтельность дымопуска из АРС-11 (в минутах)

Давление, *ати*	Количество одновременно работающих распылителей			
	1	2	4	6
1	2940	1470	735	490
2	2080	1040	520	347
3	1690	845	422	282
4	1470	735	367	245

В случае изменения рабочей емкости АРС продолжительность дымопуска изменится пропорционально изменению рабочей емкости.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Зиачение процесса распыления в дымовых машинах и приборах.
2. Почему необходимо распылять дымовую смесь на мелкие капли?
3. Классификация распылителей.
4. Характер движения жидкости внутри центробежного распылителя.
5. Выводы, вытекающие из уравнения Бернулли и закона кругового двнжения жидкости в распылителе.
6. Почему образуется воздушный вихрь в распылителе?
7. Что такое геометрическая характеристика A распылителя и ее значение?
8. Как происходит образоваиие жидкой пленки при работе центробежного распылителя?
9. От чего зависит размер капель, образующихся при распылении?
10. Что такое оптимальное давление?
11. Почему в АРС расход дымовой смеси регулируется числом работающих распылителей?
12. Как подсчитать расход дымовой смеси из одного и нескольких распылителей при различных давлениях?
13. Как определить продолжительность дымопуска из данного дымового прибора?

§ 23. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ

К системе трубопровода как одному из агрегатов специального оборудования дымовых машин и приборов следует относить (рис. 36):

1) собственно трубопроводы: жидкостные, воздушные и др.;
2) гибкие шланги (резинометаллорукава);
3) арматуру трубопроводов: колена, переходы, соединения и др.;
4) запорные приспособления: вентили, краны, клапаны;
5) фильтры.

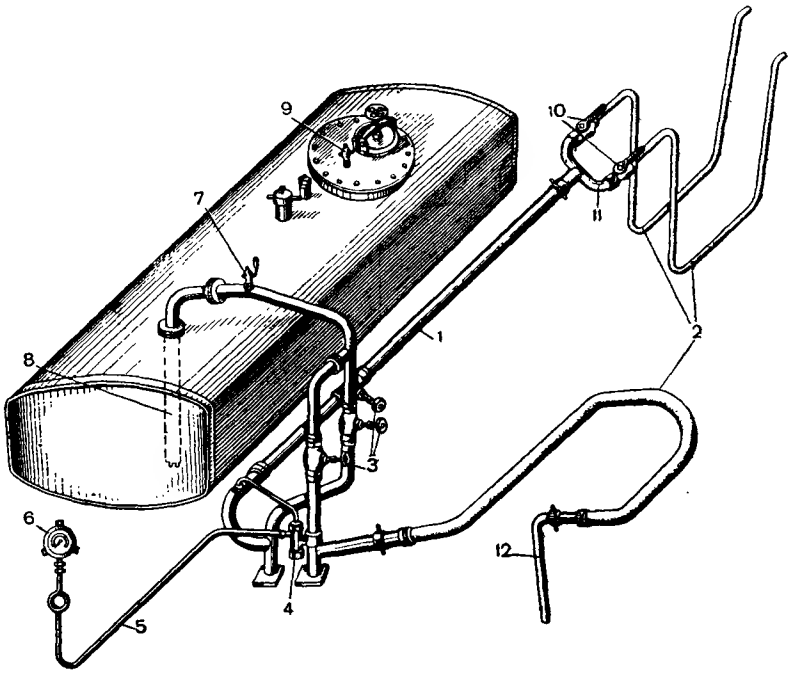


Рис. 36. Система трубопроводов АРС:
1 — трубопровод; *2* — гибкие шланги (резинометаллорукава); *3* — вентили; *4* — масляный затвор; *5* — воздухопровод; *6* — манометр; *7* — сифонный краник; *8* — сифонная труба; *9* — воздушник; *10* — краны; *11* — коллектор; *12* — заборная труба

Трубопровод должен быть достаточно прочен, безусловно герметичен и оказывать минимальное сопротивление потоку жидкости. Такие требования к трубопроводу дымовой машины вызываются:

1) условиями работы трубопровода на машине, подвергающейся тряске и ударам в полевых условиях;

2) сильным действием применяемых в машине жидкостей на металлы, ткани одежды и кожные покровы тела человека;

3) наличием избыточного давления и возможностью возникновения гидравлического удара в трубах.

§ 24. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРУБОПРОВОДАХ

В специальном оборудовании дымовых машин применяются, как правило, цельнотянутые (т. е. бесшовные) стальные и медные трубы. Изготовляемые промышленностью трубы распределены по группам условных давлений и условных проходных диаметров. В случае низкой температуры жидкостей и газов, протекающих по трубам, величина рабочего давления равна величине условного давления (табл. 10).

Таблица 10

Велнчина условного и рабочего давленнй и давления испытання

Условное давление (по ступеням давления) *ати*	Наибольшее допустимое рабочее давление, *ати*		Давление испытания при температуре меньше 100° С
	для жидкости н газа при температуре меньше 100° С	для жидкости и газа при температуре больше 100° С	
1	1	1	2
2,5	2,5	2	5
6,0	6,0	5	10
10	10	8	16
16	16	13	25
25	25	20	40
100	100	80	150

По мере роста температуры прочность металла уменьшается и поэтому величина допустимого рабочего давления в трубопроводах принимается несколько меньше, чем величина условного давления.

Новые трубопроводы, работающие с малыми давлениями, после установки их на машину подвергаются испытанию на прочность и герметичность под давлением, вдвое превышающем рабочее. При испытании бывших в эксплоатации трубопроводов, как и резервуаров машин, следует применять давление, равное рабочему.

Характеристика стальных труб, применяющихся в АРС и других дымовых машинах и приборах, приведена в табл. 11.

Для оценки степени прочности труб, установленных на данной машине, нужно знать сорт этих труб в соответствии с данными табл. 10 и 11 и лишь в отдельных случаях прочность следует проверять по формуле

$$S = \frac{pd}{2k} + C, \qquad (46)$$

где k — допускаемое напряжение при растяжении: для стали 900—1200 *кг/см*^{2}; для меди и латуни 400—500 *кг/см*^{2}.

Таблица 11

Характеристика стальных труб

Торговые названия труб	Предельные условные диаметры *мм*	Конструктивная характеристика	Материал	Предельное условное внутреннее давление *ати*	Где применяются
Газовые обыкновенные	6—150	До 2″ сварные встык или внахлестку	Ст-0	10	В АГВ
Сварные качественные	50—300	Сварные внахлестку	Сталь с K_z =34—45 *кг/мм²*	4	На АРС по ОСТ 18828-39
Бесшовные обыкновеиные	6—400	Горячекатаные, горячетянутые, холоднотянутые	Ст-0	25	На АРС по ОСТ 5098
Бесшовные качественные	6—400	То же	Сталь с K_z =35—45 *кг/мм²*, 45—55 *кг/мм²*, 55—65 *кг/мм²*	100	В ФОГ по ОСТ 5098

Остальные величины аналогичны приведениым в формуле (22) для цилиндрических резервуаров. Для бесшовных труб $\varphi = 1$.

Различные элементы арматуры трубопроводов, или так называемые фасонные части, изготовляются по соответствующим стандартам. К элементам арматуры относятся:

1) фасонные части для соединения труб: муфты, фланцы, переходы, ниппели с накидными гайками;

2) части для изменения направления или сечения потока: колена, переходы;

3) части для присоединения ответвлений: тройники, крестовины;

4) детали для закрытия трубопровода на конце: заглушки, глухие фланцы.

Все резьбовые и фланцевые соединения труб и арматуры дымовых машин и приборов снабжаются преимущественно свинцовыми и клингеритовыми прокладками.

§ 25. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОТОКУ В ТРУБАХ

При движении жидкости в трубах ей приходнтся преодолевать сопротивление, создаваемое треинем о стенку, а также возникающее из-за так называемых местных сопротивлений: входов, поворотон, кранов, расшнренй н т. п. На преодоление указаиных сопротнвлений поток жидкости, очевидно, должен затрачнвать часть своего напора. Это явление количественно определяется уравнением

Бернулли. В применении к трубопроводу АРС-11 (см. рис. 36) уравнение Бернулли напишется в виде

$$\frac{p}{\gamma} = \frac{w_{\text{расп}}^2}{2g}(1 + \zeta_{\text{расп}}) + \frac{w_{\text{тр}}^2}{2g}\left[\Sigma\zeta_{\text{вс}} + \Sigma\zeta_{\text{нагн}} + \lambda\frac{l_{\text{вс}} + l_{\text{нагн}}}{d}\right], \qquad (47)$$

где p — давление, соответствующее полному напору, создаваемому насосом ($p = H\gamma$);

γ — весовая плотность дымовой смеси ($\gamma = 1900$ *кг/м*^{3});

$w_{\text{расп}}$, $w_{\text{тр}}$ — скорости жидкости в распылителе и трубопроводе, *м/сек*;

$\zeta_{\text{расп}}$ — коэфициент сопротивления распылителя;

$\Sigma\zeta_{\text{вс}}$ — сумма коэфициентов местных сопротивлений для всасывающей линии трубопровода;

$\Sigma\zeta_{\text{нагн}}$ — то же, для нагнетательной линии;

λ — коэфициент трения жидкости о стенку (обычно $\lambda \simeq 0{,}03$);

$l_{\text{вс}}$ — длина всасывающей линии трубопровода, *м*;

$l_{\text{нагн}}$ — длина нагнетательной линии трубопровода, *м*;

d — диаметр трубопровода, *м*.

Из уравнения (47) видно, что для обеспечения нормальной работы машины при дымопуске, т. е. для выбрасывания дымовой смеси из распылителя со скоростью $w_{\text{расп}}$, насос должен развивать общий напор, значительно больший теоретического, чтобы можно было преодолеть сопротивление трения в трубопроводе и все местные сопротивления. Полный напор H, который должен создать насос, будет тем больше, чем больше скорость движения жидкости w. Обычно скорость движения жидкости в трубах не превышает 3 *м/сек*. Превышение этой скорости, как и увеличение числа местных сопротивлений (поворотов, расширений, вентилей и т. д.), ведут к увеличению общего напора, а в случае работы с сжатым воздухом — к увеличению рабочего давления внутри резервуара. Последнее, как мы видели, влечет за собой возрастание веса резервуара и, конечно, увеличение потребного количества воздушных баллонов.

Значения коэфициента данного вида местных сопротивлений изменяются в определенных пределах в зависимости от конструкции и качества обработки деталей (табл. 12).

Таблица 12

Величина коэфициента местных сопротивлений

Вид местного сопротивления	Обозначение коэфициента	Значение коэфициента
Вход в трубу с острой кромкой . .	$\zeta_{\text{вх}}$	0,5
Коноидальный вход в трубу	$\zeta_{\text{вх}}$	0,1—0,02
Конический вход	$\zeta_{\text{вх}}$	0,2
Колено	$\zeta_{\text{кол}}$	0,14
Тройник	$\zeta_{\text{тр}}$	1,4
Вентиль тарельчатый	$\zeta_{\text{в}}$	3,0
Клапан (типа СП-4)	$\zeta_{\text{кл}}$	5—20
Кран пробковый	$\zeta_{\text{кр}}$	0,05
Распылитель центробежный одиночный	$\zeta_{\text{расп}}$	5,5
Насадка ДН-3	$\zeta_{\text{нас}}$	0,65
Коллектор распылителя ВР-10 . . .	$\zeta_{\text{колл}}$	3

§ 26. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПОРА В НАСОСЕ АРС-11 И ВРЕМЕНИ ОПОРОЖНЕНИЯ МАШИНЫ

Допустим, что требуется произвести расчет процесса истечения жидкости из АРС-11 через насадку ДН-3, чтобы определить:

1) полный напор, создаваемый насосом;
2) давление, которое покажет манометр АРС;
3) скорость движения жидкости в трубопроводе;
4) время опорожнения машины.

При решении задач учтем:

1) удельный вес рабочей жидкости $\gamma = 1$;
2) рабочая емкость цистерны АРС-11 $v_р = 2300$ *л*;
3) насадка ДН-3 имеет сечение щели $\omega = 865$ *мм*^{2}, коэфициент расхода $\mu = 0{,}78$ и производительность $q \simeq 400$ *л/мин*;
4) трубопровод имеет диаметр $d = 50$ *мм*, длину всасывающей части $l_{вс} = 1{,}6$ *м* и нагнетательной $l_{нагн} = 3{,}5$ *м*.

Решение

1. Определим время опорожнения машины:

$$\tau = \frac{v_р}{q} = \frac{2300}{400} = 5{,}75 \text{ минуты}.$$

2. Скорость движения жидкости в трубопроводе

$$w_{тр} = \frac{q}{60\dfrac{\pi d^2}{4}} = \frac{0{,}4}{60 \cdot \dfrac{3{,}14 \cdot 0{,}05^2}{4}} = 3{,}4 \text{ } м/сек.$$

3. Скорость жидкости в щели насадки из соотношения $q = \mu w_{нас} \omega$ будет

$$w_{иас} = \frac{q}{\mu\omega} = \frac{0{,}4}{0{,}78 \cdot 0{,}000865} = 9{,}9 \text{ } м/сек.$$

4. Местные сопротивления на всасывающей линии (по табл. 12)

$$\Sigma\zeta_{вс} = \zeta_{вх} + 3\zeta_{кол} + \zeta_{в} + \zeta_{тр} = 0{,}5 + 3 \cdot 0{,}14 + 3 + 1{,}4 = 5{,}32.$$

5. Местные сопротивления на нагнетательной линии соответственно

$$\Sigma\zeta_{нагн} = 3\zeta_{кол} + \zeta_{тр} + \zeta_{в} = 3 \cdot 0{,}14 + 1{,}4 + 3 = 4{,}8.$$

6. Коэфициент трения в трубопроводе

$$\lambda \frac{l_{вс} + l_{нагн}}{d} = 0{,}03 \frac{1{,}6 + 3{,}5}{0{,}05} = 3{,}0.$$

7. Полный напор, который должен создавать насос, определится по уравнению (47) путем подстановки в него всех найденных значений:

$$H = \frac{p}{\gamma} = \frac{9{,}9^2}{2 \cdot 9{,}81}(1 + 0{,}65) + \frac{3{,}4^2}{2 \cdot 9{,}81}(5{,}32 + 4{,}8 + 3) = 15{,}75 \text{ } м.$$

8. Манометр покажет давление, создаваемое скоростным напором и сопротивлением в нагнетательном трубопроводе:

$$H_{нагн} = \frac{p_м}{\gamma} = \frac{w_{иас}^2}{2g}(1 + \zeta_{нас}) + \frac{w_{тр}^2}{2g}\left[\Sigma\zeta_{нагн} + \lambda\frac{l_{нагн}}{d}\right] = 12{,}2 \text{ } м,$$

откуда

$$p_м = 12{,}2\gamma = 12{,}2 \cdot 1000 = 12\,200 \text{ } кг/м^2$$

или

$$p_м = 1{,}22 \text{ } атм,$$

что соответствует и данным опыта.

Важно отметить, что около половины общего напора, развиваемого насосом, как это видно из примера, затрачивается на создание скорости струи жидкости при выходе ее из насадки; вторая же половина величины напора насоса затрачивается в основном на преодоление местных сопротивлений (77%), и самая малая часть (23%) потерь падает на преодоление трения жидкости о стенку трубопровода.

§ 27. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОПОРОЖНЕНИЯ БОЧЕК, ПРИСПОСОБЛЕННЫХ ДЛЯ ДЫМОПУСКА

Пусть требуется определить время опорожнения комплекта бочек Л-250 при условии:

1) схема устройства приведена на рис. 37;
2) распылитель — штатный, с отверстиями диаметром 2 *мм*;
3) рабочее давление в бочке 4 и 2 *ати*;
4) диаметр трубопровода $d = 19$ *мм*;
5) длина трубопровода $l = 2$ *м*;
6) коэфициент трения $\lambda = 0{,}03$.

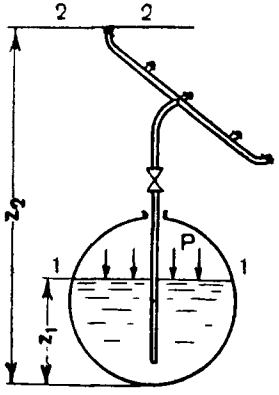


Рис. 37. Схема трубопровода бочки, приспособленной для дымопуска

Решение

1. Напишем уравнение Бернулли для сечений *1—1* и *2—2* (см. рис. 37):

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{w_2^2}{2g} + Z_2 + h, \qquad (48)$$

где h — величина потерянного в трубопроводе напора

$$h = \Sigma\zeta \frac{w_{тр}^2}{2g} + \zeta_{расп} \frac{w_2^2}{2g}. \qquad (49)$$

При давлении в бочке $p_1 = 4$ *ати* разностью нивелирных высот можно пренебречь, положив $Z_1 = Z_2 = 0$. При наших расходах дымовой смеси скорость опускания уровня жидкости в сечении *1—1*, т. е. в бочке, можно приравнять нулю ($w_1 = 0$). Давление p_2 жидкости при выходе из отверстия распылителя равно атмосферному, следовательно, $p_2 = 0$ *ати*. Тогда уравнение Бернулли примет вид

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{w_2^2}{2g} + h.$$

Заменяя h, получим

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{w_2^2}{2g}(1 + \zeta_{расп}) + \left(\frac{w_{тр}^2}{2g}\right)\left(\zeta_{вх} + \zeta_{кр} + \zeta_{кол} + \zeta_{тр} + \zeta_{колл} + \lambda \frac{l}{d}\right). \qquad (50)$$

Из условия задачи нам известны сечения трубопровода и распылителя. Чтобы произвести замену величин, воспользуемся уравнением неразрывности потока в трубе и распылителе

$$Q = w_{тр}\,\omega_{тр} = w_2 \omega_{расп} = \text{const}, \qquad (51)$$

откуда

$$w_{тр} = w_2 \frac{\omega_{расп}}{\omega_{тр}}.$$

Подставив это в уравнение (50), получим уравнение Бернулли в окончательном виде

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{w_2^2}{2g}\left[1 + \zeta_{\text{расп}} + \left(\frac{\omega_{\text{расп}}}{\omega_{\text{тр}}}\right)^2\left(\zeta_{\text{вх}} + \zeta_{\text{кр}} + \zeta_{\text{кол}} + \zeta_{\text{тр}} + \zeta_{\text{колл}} + \lambda\frac{l}{d}\right)\right]. \quad (52)$$

Подставим сюда значения величин из условия задачи и из табл. 12

$$\frac{4\cdot10^4}{1900} = \frac{w_2^2}{2\cdot9{,}81}\left[1+5{,}5+\left(\frac{5\,\frac{\pi\,0{,}002}{4}}{\pi\,\frac{0{,}019}{4}}\right)^2\left(0{,}5+0{,}05+0{,}14+1{,}4+3+0{,}03\,\frac{2}{0{,}019}\right)\right]$$

и определим скорость потока в распылителе

$$w_2 = 7{,}95 \text{ м/сек}.$$

Найденная скорость отнесена ко всему сечению распылителя. Фактически в центробежном распылителе работает не все сечение, и чтобы найти фактическую скорость в кольцеобразном сечении потока, нужно найденную эквивалентную скорость разделить на коэфициент расхода ($\mu = 0{,}40$)

$$w_\Phi = \frac{w_2}{\mu} = \frac{7{,}95}{0{,}4} = 19{,}85 \text{ м/сек}.$$

Производительность распылителя составит

$$Q = \mu\omega w_\Phi = 0{,}4\,\frac{5\pi0{,}002^2}{4}\cdot19{,}85 = 0{,}000125 \text{ м}^3/\text{сек},$$

или 7,5 *л/мин*, или 14,2 *кг/мин*.

При этом время опорожнения одной бочки Л-250 будет

$$\tau = \frac{G}{Q} = \frac{250\cdot1{,}9}{14{,}2} = 33{,}4 \text{ минуты}.$$

При распылителе с диаметром отверстий 1,5 *мм*, как известно, это время повышается до 60 минут. При последовательном включении бочек в работу общее время опорожнения комплекта возрастет пропорционально количеству бочек.

Если потребуется определить время опорожнения бочки при другом рабочем давлении, то в уравнение Бернулли следует подставить величину нового давления и проделать все вышеизложенные расчеты. Приближенно же, с точностью до 1—2%, время опорожнения бочки при новом рабочем давлении p_x будет изменяться пропорционально величине $\sqrt{\frac{p}{p_x}}$, где p — давление, время опорожнения при котором уже известно. Если, например $p_x = 2$, то время опорожнения бочки по данным предыдущего примера будет

$$\tau_x = \tau\sqrt{\frac{p}{p_x}} = 33{,}4\sqrt{\frac{4}{2}} = 47 \text{ минут}.$$

§ 28. НЕКОТОРЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛОАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Из изложенного выше следует, что при эксплоатации дымовой машины следует стремиться к всемерному уменьшению сопротивления потоку жидкости в трубопроводе. Для этого надо хорошо обслуживать специальное оборудование и правильно обращаться

со всеми его частями. Это общее указание можно выразить в виде ряда положений.

1. Необходимо предохранять трубопровод от загрязнения. Из гидравлики известно, что расход Q жидкости равен произведению сечения ω трубопровода на среднюю скорость движения w в нем жидкости

$$Q = \omega w. \tag{53}$$

Отсюда видно, что уменьшение сечения трубопровода в результате его загрязнения будет вести к уменьшению расхода дымовой смеси, что в свою очередь вызовет падение давления перед распылителем и ухудшение дробления жидкости. Чтобы поддержать величину расхода постоянной, потребуется соответственно увеличить скорость движения жидкости, для чего нужно повысить давление, т. е. увеличить (в случае АРС) число оборотов насоса.

2. Не увеличивать число местных сопротивлений потоку жидкости в трубопроводе, для чего следует:

— правильно вставлять прокладки при сборке трубопровода, не допуская перекоса и перекрытия ими сечения труб и резинометаллорукавов;

— полностью открывать вентили, краны, раздаточные пистолеты и т. д., не допуская излишнего сжатия в сечении (дросселирования) потока.

Нарушение перечисленных требований вызовет увеличение сопротивления потоку жидкости в трубопроводе, т. е. возрастание потерь напора, что в конечном счете приведет к ухудшению боевых свойств дымовой машины.

§ 29. ЗАПОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ФИЛЬТРЫ

Для запирания трубопроводов в дымовых машинах и приборах применяются пробковые краны, тарельчатые вентили и клапаны.

Ко всем этим запорным приспособлениям предъявляются следующие требования:

1) запорные приспособления должны надежно, т. е. герметично, закрывать трубопровод;

2) легко открываться и закрываться от руки;

3) оказывать наименьшее сопротивление потоку жидкости.

Применяющиеся в дымовых машинах и приборах краны и вентили в основном удовлетворяют этим требованиям.

Вентиль АРС. Основные части вентиля (рис. 38): чугунный корпус *1*, бронзовое седло *2*, стальная тарелка *3* со свинцовой прокладкой *4*, шток *5*, сальник *6* и маховик *7*. Тарелка соединена со штоком подвижно при помощи чеки так, что при вращении маховика и вместе с ним штока, например при закрывании, тарелка не скользит по седлу, а лишь опускается на седло, благодаря чему прокладка сохраняет свою целость.

Герметичность запирания вентиля обеспечивается:

1) плотным прилеганием к седлу мягкой свинцовой прокладки;

2) поджатием тарелки к седлу с минимально необходимым удельным давлением; при наличии свинцовой прокладки это давление должно быть 10—20 *кг/см*^{2}.

Указанное давление на уплотняющей поверхности создается силой руки путем вращения маховика вентиля. Диаметр маховика обычно выбирается с таким расчетом, чтобы человек одной рукой мог обеспечить герметичность запирания. Ни в коем случае не следует прилагать к маховику какой-либо рычаг, так как тогда свинцовая прокладка на тарелке будет срезана под влиянием чрезмерно большого усилия (давления).

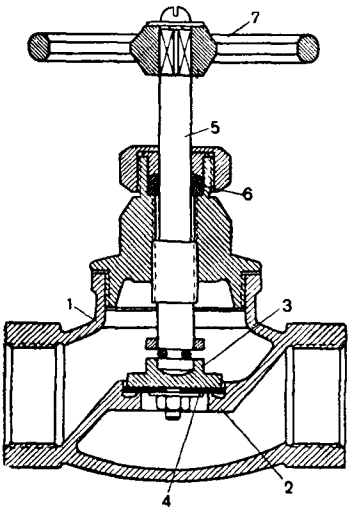


Рис. 38. Вентиль:
1 — корпус; *2* — седло; *3* — тарелка; *4* — прокладка; *5* — шток; *6* — сальник; *7* — маховик

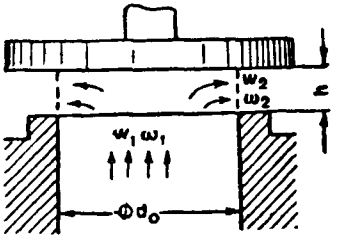


Рис. 39. Схема работы вентиля

При эксплоатации машины вентиль всегда должен открываться полностью.

Для определения условия полноты открытия вентиля будем иметь в виду, что режим течения (скорости) жидкости в отверстии седла и под тарелкой (рис. 39) одинаков, т. е.

$$w_1 = w_2.$$

Под тарелкой жидкость будет протекать через сечение, являющееся боковой поверхностью минимого цилиндра диаметром d_0 и высотой h. Для сохранения постоянства расхода и давления согласно уравнению неразрывности (51) требуется соблюдение условия

$$\omega_1 w_1 = \omega_2 w_2,$$

но

$$\omega_1 = \frac{\pi d_0^2}{4}, \text{ а } \omega_2 = \pi d_0 h.$$

Тогда при $w_1 = w_2$ высота h, отвечающая полному открытию вентиля, определится из равенства

$$\frac{\pi d_0^2}{4} = \pi d_0 h,$$

откуда

$$h = \frac{d_0}{4}. \qquad (54)$$

В зависимости от шага (размеров) резьбы штока для полного открытия вентиля обычно требуется повернуть маховик на три-четыре оборота. При меньшем числе оборотов маховика вентиль будет открыт не полностью, что вызовет излишние потери напора потока и приведет к ухудшению работы АРС.

Пример. Найти число оборотов маховика для полного открытия вентиля АРС-11, если известно, что $d_0 = 50$ *мм*, шаг резьбы штока $t = 2$ *мм*.

Решение

1. Высота поднятия тарелки должна быть

$$h = \frac{d_0}{4} = \frac{50}{4} = 12{,}5 \text{ мм}.$$

2. Для полного открытия вентиля необходимо сделать оборотов

$$n = \frac{h}{t} = \frac{12{,}5}{2} \approx 6.$$

Пробковый кран. Основными частями пробкового крана являются чугунный корпус, чугунная пробка и сальник.

Для герметичного запирания трубопровода требуется поджатие пробки к корпусу крана с удельным давлением 10—20 *кг/см*^{2}. Так как уплотняющая поверхность имеет большие размеры, то для создания указанного давления пробку крана требуется поджимать к корпусу со сравнительно большим усилием. Но тугая затяжка болтов сальника, как известно, затрудняет открывание крана, особенно при наличии коррозии и отсутствии смазки. Вот почему для улучшения герметизации крана при возможной практически силе затяжки применяют периодически «притирку» крана при помощи толченого стекла (наждака) и масла.

После каждого дымопуска пробковый кран должен быть промыт, высушен и обильно смазан маслом. Периодически кран должен подвергаться повторной притирке.

Фильтры. Фильтры служат для очистки дымовой смеси с целью предохранения малых отверстий и каналов от загрязнения. В защите фильтром у дымовой машины типа АРС нуждаются распылитель и механический насос. Причина засорения отверстий распылителя и каналов насоса заключается в наличии ржавчины и твердых примесей в жидкостях. В дымовой смеси, например, при температуре —10° С и ниже выпадает твердый кристаллический осадок. Размер частиц осадка колеблется от долей миллиметра до 5—10 *мм*. Чтобы фильтр мог выполнить задачу по очистке жидкости, линейный размер его отверстий, очевидно, не должен превышать 1 *мм*.

Фильтр должен обладать некоторой емкостью, необходимой для размещения накапливающейся в нем грязи. Для обеспечения нормальной работы фильтра и создания наименьшего сопротивления потоку протекающей через него жидкости фильтрующая поверхность, т. е. поверхность сетки, должна раз в 15—20 превышать площадь сечения трубопровода. После каждого дымопуска фильтр, точно так же как насос и распылитель, должен быть промыт, тщательно очищен от грязи и смазан.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация элементов трубопровода.
2. Характеристика трубопроводов дымовых машин.
3. Как обеспечивается прочность и герметичность трубопроводов?
4. От чего зависит время опорожнения машины и как определить его расчетом?
5. Перечислить местные сопротивления в трубопроводе АРС-11.
6. Объяснить физический смысл и значение отдельных членов уравнения Бернулли применительно к трубопроводу АРС-11.
7. Рассказать о правилах эксплоатации трубопровода дымовой машины.
8. Рассказать об устройстве и правилах эксплоатации вентиля АРС и пробкового крана.
9. Рассказать об устройстве и правилах эксплоатации фильтров.
10. Как изменится время опорожнения бочки, приспособленной для дымолуска, с изменением в ней рабочего давления?

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖАТОГО ВОЗДУХА В ДЫМОВЫХ ПРИБОРАХ

§ 30. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ВОЗДУШНЫХ БАЛЛОНОВ

В качестве источника энергии для выбрасывания дымовой смеси из оболочки и распыления ее на капли в некоторых дымовых приборах применяется сжатый воздух.

Потребное для дымового прибора количество сжатого воздуха приближенно может быть подсчитано при помощи закона Бойля-Мариотта:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = \text{const}, \tag{55}$$

где v_2 — общая емкость резервуара (резервуаров) дымового прибора, *л*;

v_1 — потребная емкость воздушного баллона, *л*;

p_1 — давление в баллоне, *ата*;

p_2 — давление в резервуаре, *ата*.

Отсюда

$$v_1 = \frac{p_2 v_2}{p_1}. \tag{56}$$

Обычно воздушный баллон опорожняют не полностью, а до определенного конечного давления в нем воздуха. Чтобы обеспечить нормальную работу редуктора в течение всего времени опорожнения дымового прибора, это остаточное давление в баллоне принимают равным удвоенному рабочему давлению: $p_1 = 2p_2$. Надо еще учесть неизбежность некоторых потерь сжатого воздуха через неплотности в резьбовых соединениях; величину этих потерь принимают равной 15% от теоретически требующегося количества сжатого воздуха. Тогда выражение для определения потребной емкости воздушного баллона примет вид

$$v_1 = \frac{1{,}15\, p_2 v_2}{p_1 - 2p_2}. \tag{57}$$

Если же известна емкость данного баллона $v_б$, то можно найти потребное число баллонов m

$$m = \frac{v_1}{v_б} = \frac{1{,}15 p_2 v_2}{(p_1 - 2p_2)\, v_б}. \qquad (58)$$

На практике чаще всего приходится решать задачи по определению минимально допустимой величины давления p_{min} в баллоне, при которой можно выполнить боевую задачу по дымопуску.

Из равенства (57) получаем

$$p_{min} = \frac{1{,}15 p_2 v_2}{v_1} + 2p_2. \qquad (59)$$

Пример 1. Определить минимально необходимое давление в сорокалитровом баллоне, при котором можно вести дымопуск из комплекта трех бочек Л-250 под давленнем $p = 4$ *ата* (или 5 *ата*).

Решение

1. Общая емкость комплекта из трех бочек

$$v_2 = 250 \times 3 = 750 \text{ } л.$$

2. Минимально необходимое давление в баллоне

$$p_{min} = \frac{1{,}15 \cdot 5 \cdot 750}{40} + 2 \cdot 5 = 118 \text{ } ата.$$

Пример 2. Определить число воздушных баллонов емкостью 12 *л*, которое необходимо иметь для дымопуска из ста точек по три дымовые бочки Л-250 в каждой точке. Имеем:

$$p_1 = 140 \text{ } ата; \quad p_2 = 5 \text{ } ата.$$

Решение

1. Для опорожнения трех бочек Л-250 под давлением 5 *ата* понадобится (см. формулу 58)

$$m = \frac{1{,}15 \cdot 5 \ (3 \cdot 250)}{(140 - 2 \cdot 5)\ 12} = 2{,}76 \text{ баллона.}$$

Надо принять $m = 3$.

2. Всего баллонов для всей системы задымления потребуется

$$M = 100 \ m = 100 \cdot 3 = 300 \text{ шт.}$$

3. Вес воздуха в наполненном до 140 *ата* баллоне при температуре 15° С

$$G_0 = v_б \, p \cdot 1{,}25 = 0{,}012 \cdot 140 \cdot 1{,}25 = 2{,}1 \text{ } кг,$$

где 1,25 — вес 1 $м^3$ воздуха при температуре 15° С и атмосферном давлении.

4. Общий вес G всех баллонов с воздухом при весе пустого баллона 17 *кг* будет

$$G = (17 + 2{,}1) \cdot 300 = 5730 \text{ } кг.$$

§ 31. ВОЗДУШНЫЙ РЕДУКТОР

Воздушный редуктор служит для понижения давления сжатого воздуха от давления в баллоне до рабочего давления в резервуаре дымовой машины (прибора), а также для автоматического обеспечения постоянства величины этого давления. Последнее необходимо

для сохранения неизменными величины расхода и степени дробления дымообразующего вещества в течение всего времени опорожнения дымовой машины (прибора).

Рассмотрим в качестве примера редуктор РВ-4 из комплекта бочек, приспособленных для дымопуска. Этот редуктор состоит из следующих основных частей (рис. 40): регулировочного винта *1*, пружины *2*, резиновой мембраны *3*, толкателя или шпилек *4*, золотника *5* и пружины золотника *6*. Перечисленные части составляют внутренний механизм редуктора; взаимодействие этих частей обеспечивает весь процесс работы редуктора и его автоматизацию.

Кроме указанных основных частей, редуктор имеет два манометра — высокого *11* и низкого *10* давлений, предохранительный клапан *9*, сетчатый фильтр, ряд шайб, прокладок и ниппелей. Все части редуктора смонтированы в корпусе, закрываемом крышкой.

Рассмотрим взаимодействие частей редуктора типа РВ-4 на всех этапах его работы, пользуясь чертежом редуктора (рис. 40) и схемой его, изображенной на рис. 41.

В нерабочем положении регулировочный винт редуктора отвернут до свободного качания в гнезде так, что он не давит на пружину редуктора. Сопло редуктора плотно закрыто золотником за счет силы сжатия P_1 пружины золотника.

При открывании вентиля баллона сжатый воздух поступает в камеру высокого давления до среза сопла и давит на золотник с силой

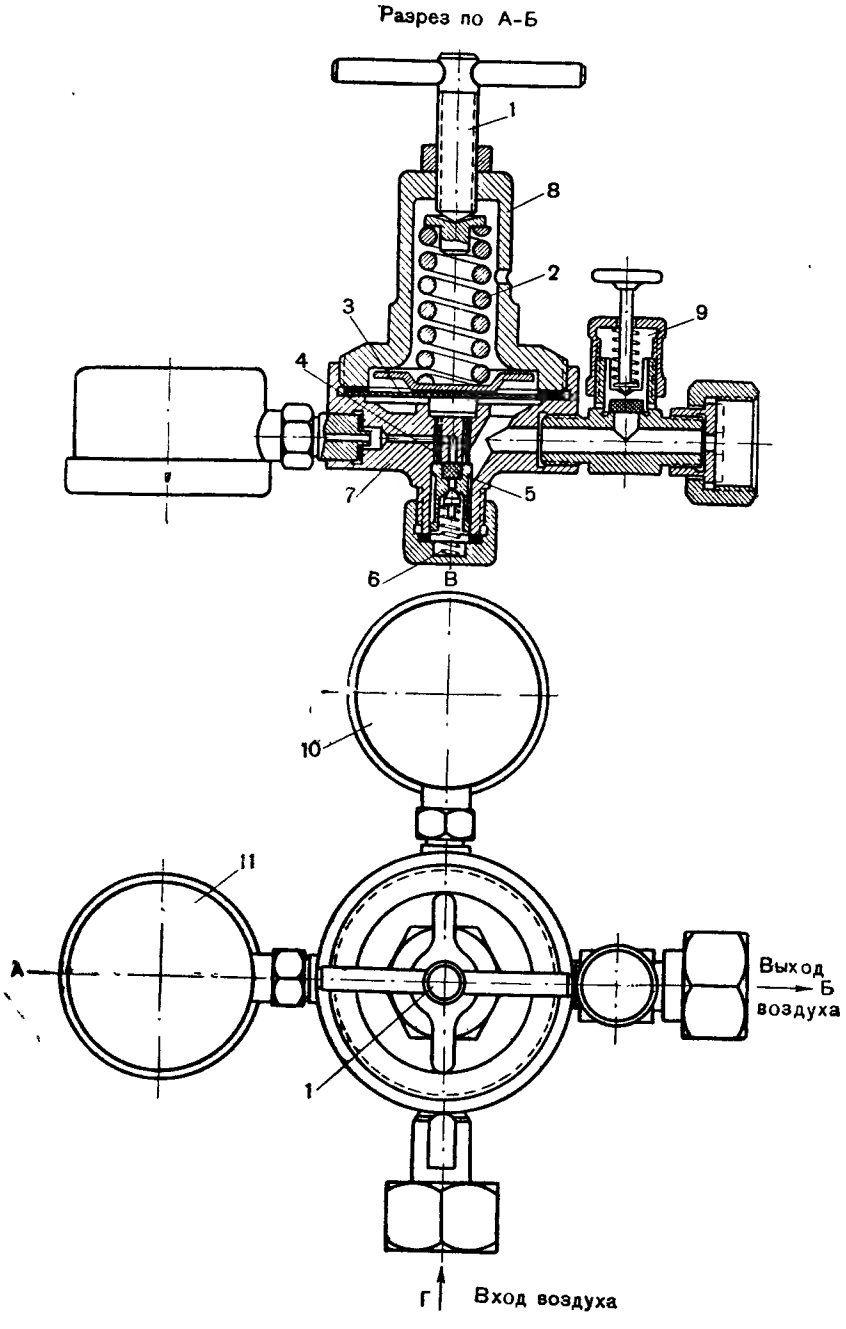
$$P_з = \omega_c p_1, \tag{60}$$

где p_1 — давление в баллоне, *кг/см²*;

ω_c — сечение сопла, *см²*.

Однако воздух из баллона своим давлением на золотник не может открыть сопло, так как сила сжатия пружины P_1 превосходит силу давления воздуха $P_з$, и сопло остается закрытым. Одновременно воздух из баллона по внутреннему каналу в корпусе редуктора поступает к манометру высокого давления, и его стрелка дает показания.

Перед боевой работой дымового прибора редуктор регулируется на заданное рабочее давление. Для этого следует плавно вращать вправо винт редуктора, непрерывно наблюдая за показаниями манометра низкого давления. При этом винт через промежуточную шайбу давит на пружину редуктора, сжимая ее до усилия P_4; пружина через нажимную тарель давит на мембрану; последняя, прогибаясь, давит на толкатель, толкатель же своими шпильками отталкивает золотник, еще больше сжимая его пружину. Сопло редуктора при этом открывается, и через образовавшуюся щель воздух из камеры высокого давления начинает поступать в камеру низкого давления редуктора, заполняя все пространство под мембраной, кругом золотника и в штуцерах редуктора, попадая также в манометр низкого давления и к предохранительному клапану.


Разрез по А-Б
1
8
2
3
9
4
7
5
6
В
10
11
А
Выход
Б
воздуха
1
Г
Вход воздуха

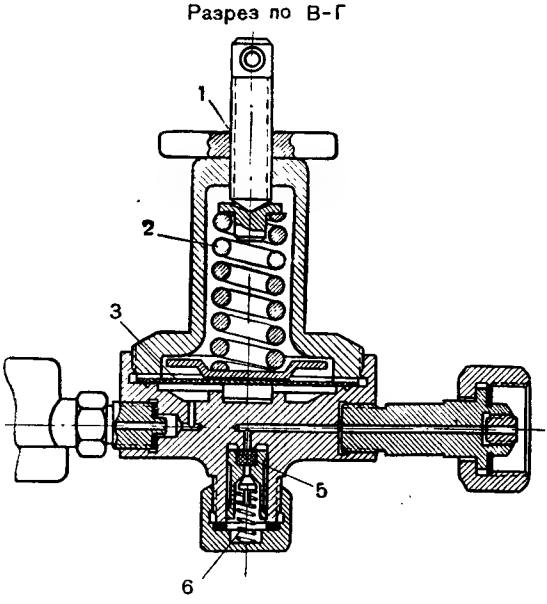


Рис. 40. Редуктор РВ-4:

1 — регулировочный винт; *2* — пружина редуктора; *3* — мембрана; *4* — толкатель; *5* — золотник; *6* — пружина золотника; *7* — корпус; *8* — крышка; *9* — предохранительный клапан; *10* — манометр низкого давления; *11* — манометр высокого давления

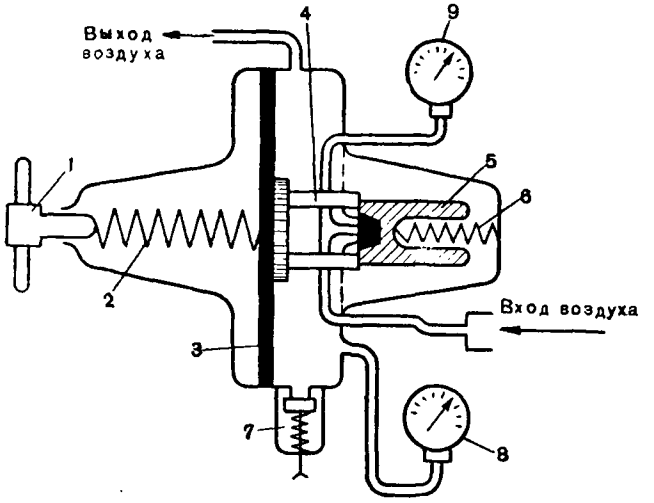


Рис. 41. Схема редуктора:
1 — регулировочный винт; *2* — пружина редуктора; *3* — мембрана; *4* — толкатель; *5* — золотник; *6* — пружина золотника; *7* — предохранительный клапан; *8* — манометр низкого давления; *9* — манометр высокого давления

По мере заполнения камеры низкого давления воздухом сопло вновь закроется золотником; это вызывается появлением силы давления воздуха на мембрану

$$P_5 = \omega_{эф} p_{рег}, \tag{61}$$

где $\omega_{эф}$ — эффективная площадь мембраны, $см^2$ (обычно $\omega_{эф}$ составляет 70% общей площади мембраны);

$p_{рег}$ — давление в камере низкого давления в конце регулировки, $кг/см^2$.

Если дымовой прибор не работает, то в конце регулировки редуктора в нем устанавливается равновесие сил, приложенных к мембране, по уравнению

$$P_1 + P_5 = P_3 + P_4; \tag{62}$$

при этом силы, стоящие в правой части равенства, будут стремиться открыть сопло, а стоящие слева — его закрыть.

По сигналу «Дым» открывается кран или вентиль, и дымовая смесь будет вытекать из резервуара; давление в нем и в редукторе несколько снизится, и равновесие (62) будет нарушено; сопло вновь откроется и установится практически постоянный расход воздуха через редуктор. При этом уравнение равновесия мембраны будет иметь вид

$$P'_1 + p_2\omega_{эф} = p_1\omega_c + P'_4, \tag{63}$$

где p_2 — рабочее давление (оно несколько меньше давления регулировки);

P'_1 и P'_4 — силы сжатия пружин редуктора в рабочем положении;

при этом $P'_1 > P_1$ и $P'_4 < P_4$.

Автоматизм в работе редуктора обеспечивается взаимодействием его основных частей, связанных между собой уравнением равновесия (63). Если это равновесие сдвигается временно в ту или иную сторону, то механизм редуктора сам его восстанавливает. Пусть, например, во время дымопуска в правильно отрегулированном редукторе давление под мембраной почему-либо возрастет. Тогда сила давления воздуха ($P'_5 = \omega_{эф} p_2$) на мембрану также возрастет и превысит силу сжатия пружины P'_4. В результате этого мембрана прогнется несколько вверх, не будет давить на толкатель, и золотник силой своей пружины закроет сопло: поступление новых порций воздуха из баллона прекратится, и равновесие восстановится. Такой же процесс, но в обратном направлении будет происходить и в момент случайного спада давления в редукторе. Вследствие понижения давления под мембраной она прогнется в большей мере, величина открытия сопла и приток воздуха из баллона увеличатся, и равновесие также восстановится.

В исправном редукторе при бесперебойной работе дымового прибора колебаний давления не происходит, и процесс движения воздуха через редуктор может считаться установившимся.

Сущность редуцирования, т. е. понижения давления сжатого воздуха, заключается в том, что воздух, проходя с большой (звуковой) скоростью из камеры высокого давления через довольно узкую щель между срезом сопла и золотником, поступает в сравнительно большую по объему камеру низкого давления; в ней он расширяется и благодаря этому теряет свое давление. Величина рабочего давления в редукторе зависит от числа оборотов регулировочного винта, т. е. от силы сжатия пружины. По мере роста этой силы соответственно должно возрастать и давление под мембраной, в противном случае будет нарушено равенство (63).

В процессе работы дымового прибора давление в баллоне будет непрерывно понижаться, вследствие чего будет уменьшаться и производительность редуктора, а рабочее давление падать. Такое явление особенно характерно для редукторов РВ-4, РВ-12 и других, в которых золотник расположен в камере низкого давления и воздух из баллона стремится открывать сопло.

В неисправном редукторе в силу ряда причин возможно значительное повышение давления под мембраной по сравнению с давлением регулировки. Для снятия излишнего давления и устранения возможности аварий все редукторы снабжаются предохранительным клапаном, состоящим из клапана с резиновым уплотнением, штока, седла, пружины и регулирующей гайки. При помощи гайки клапан регулируется на давление, примерно на 20% превышающее величину рабочего давления; в редукторе РВ-4, например, предохрани-

тельный клапан регулируется на давление 5—5,5 *ати*. Когда сила давления воздуха на предохранительный клапан превысит силу сжатия его пружины, клапан откроется и излишек воздуха через седло и отверстия в корпусе выйдет в атмосферу.

Объемная производительность Q редуктора определяется зависимостью

$$Q = \mu\omega w, \tag{64}$$

где ω — рабочее сечение щели между срезом сопла и золотником;
μ — коэфициент расхода (для сопла редуктора $\mu = 0{,}75$);
w — скорость истечения воздуха, равная обычно скорости звука и определяемая по формуле термодинамики

$$w = \sqrt{2g\frac{k}{k+1}RT} = 3{,}39\sqrt{RT}, \tag{65}$$

где R — газовая постоянная (для воздуха $R = 29{,}27$);
T — абсолютная температура воздуха в момент истечения.

Подставляя значение w в выражение (64), получим значение производительности редуктора в объемных единицах при так называемом критическом давлении, которое имеется в данный момент в самом узком (рабочем) сечении сопла

$$Q = \mu\omega \cdot 3{,}39\sqrt{RT}. \tag{66}$$

Более удобным для практического пользования является выражение весовой производительности редуктора

$$G = \mu\pi dh\frac{2{,}15p_б}{\sqrt{RT}}, \tag{67}$$

где $\pi dh = \omega$ — рабочее сечение сопла редуктора, $м^2$;
d — диаметр сопла, $м$;
h — величина хода золотника сопла, $м$;
2,15 — теоретический коэфициент;
$p_б$ — давление в баллоне в данный момент, $кг/м^2$;
R — газовая постоянная (для воздуха $R = 29{,}27$);
T — абсолютная температура воздуха в момент истечения.

При необходимости определить объемную производительность редуктора целесообразно воспользоваться соотношением

$$Q = \frac{GRT}{p} = \frac{2{,}15\mu\pi dhp_б\sqrt{RT}}{p}, \tag{68}$$

где p — абсолютное рабочее давление, $кг/м^2$.

Остальные величины те же, что и в уравнении (67).

Из приведенных формул видно, что производительность редуктора тем больше, чем больше сечение сопла и давление в баллоне.

Максимальная производительность редуктора, очевидно, будет при полном открытии сопла, т. е. при $h = \frac{d}{4}$. При этом, как видно из уравнения (67), максимальная производительность совершенно не зависит от величины рабочего давления и определяется для данного редуктора лишь состоянием воздуха в баллоне. Из уравнения (67) также видно, что максимальная весовая производительность редуктора по мере опорожнения баллона уменьшается пропорционально давлению в баллоне. Если, например, вначале при $p_б = 150$ *ати*, производительность редуктора равнялась единице, то при давлении в баллоне 30 *ати* производительность редуктора при прочих равных условиях составит всего лишь $\frac{30}{150} = 1/5$ часть начальной производительности.

Вот почему по мере опорожнения баллона давленне в дымовом прнборе падает.

Исследование процесса нстечення жидкостн нз дымового прицепа ДП-4 показало (рис. 42), что степень падення давления, т. е. отношение начального давления в резервуаре к конечному может доходнть до 1,5 н даже до 2 в зависимостн главным образом от величины расхода жидкостн. Но и при малом расходе, как это наблюдалось при испытаиии щелевого распылнтеля, давление упало за время опорожнения резервуара ДП-4 с 5 до 3 *ати*.

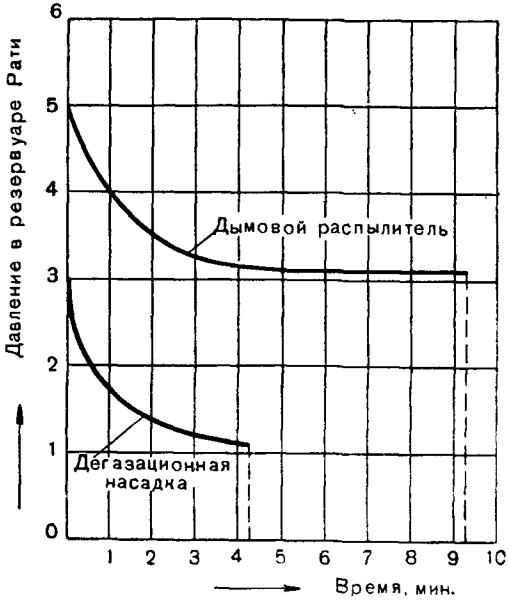


Рис. 42. Измененне давлення в резервуаре дымового прицепа ДП-4 во время опорожнения

Отмеченное паденне давления является закономериым для редукторов РВ-4, РВ-12, Т-2, РВ-50 н редуктора ранцевого огнемета РОКС-3, имеющих так называемую прямую характеристику. Чтобы несколько снизить перепад давлення за время опорожнения баллона, можно рекомендовать проведенне иовой регулнровкн редуктора после частнчного опорожнення баллона, а еслн есть возможность, — менять баллон после снижения давлення в нем примерно до 50 *ати*. Следует, однако, отметнть, что бесконтрольное подвинчнвание регулировочиого винта во время работы дымового прибора может привестн к аварни и поэтому категорически воспрещается.

В известной мере перепад давления уменьшается при увелнчении чнсла редукторов в дымовом прнборе. Полное же устранение перепада давлення, возннкающего в процессе опорожнения баллона, может быть достигнуто лишь путем замены редуктора тнпа РВ-4 редуктором, нмеющим обратную характеристику.

Сущность этой характеристикн заключается в том, что при малых расходах воздуха редуктор несколько повышает рабочее давление по мере опорожиения воздушного баллона. В редукторе с обратиой характернстикой (рнс. 43) золотник размещен в камере высокого давлення; здесь воздух из баллона стремится закрыть сопло, н поэтому по мере опорожнения баллона величина открытия сопла увеличнвается в большей мере, чем в редукторе РВ-4, и давление несколько возрастает.

§ 32. ПРОВЕРКА СВОЙСТВ РЕДУКТОРА РВ-4

Проверим свойства воздушного редуктора РВ-4, применяющегося в комплекте оборудования для дымопуска нз бочек, нспользуя изложенные выше теоретнческне положення. Известно, что днаметр сопла $d = 2$ *мм*, а диаметр мембраны в свету $D = 45$ *мм*. Пусть рабочее давленне $p_2 = 4$ *ати*, иачальное н конечное давлеиня в баллоие соответственио 150 н 30 *ати*, а температура окружающего воздуха $t = 15°$ С, т. е. $T = 273 + 15 = 288°$ К. Определим фактическую величину открытня сопла и максимальную пронзводительиость редуктора.

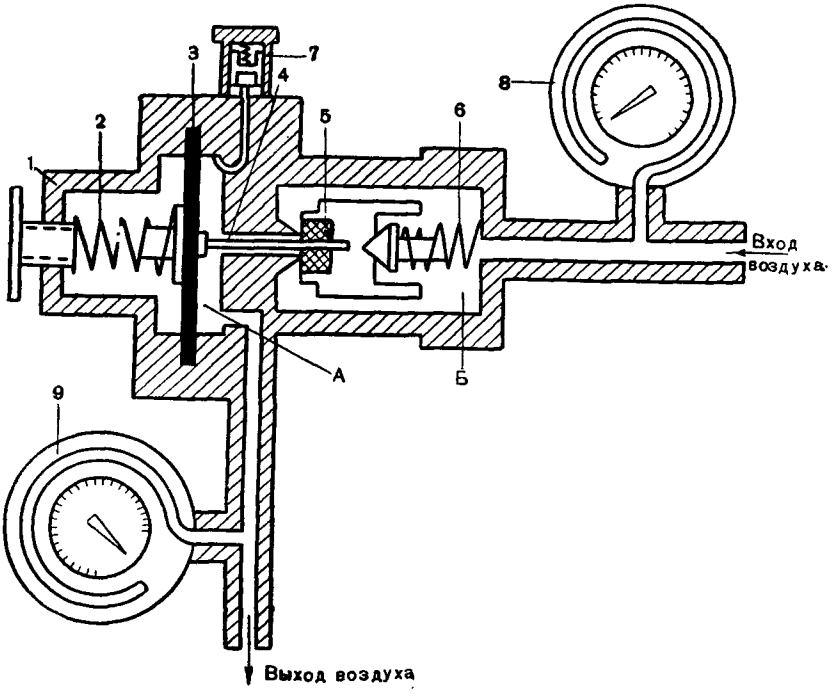


Рис. 43. Редуктор с обратной характернстнкой:
А — камера низкого давления; *Б* — камера высокого давления; *1* — корпус редуктора; *2* — пружина редуктора; *3* — мембрана; *4* — толкатель; *5* — золотник; *6* — пружина золотника; *7* — предохранительный клапан; *8* и *9* — манометры

Решение

1. Величина полного открытия сопла редуктора согласно уравнению (54)

$$h = \frac{d}{4} = \frac{2}{4} = 0{,}5 \text{ мм}.$$

2. Максимальная весовая производительность редуктора в начале опорожнения баллона, т. е. при $p_б = 150$ *ати*, по уравнению (67) с учетом равенства (54) будет

$$G_{max} = 2{,}15 \cdot 0{,}75 \frac{\pi}{4} 0{,}002^2 \frac{150 \cdot 10^4}{\sqrt{29{,}27 \cdot 288}} = 0{,}0825 \text{ кг/сек},$$

а объемная производительность, подсчитанная по уравнению (68), при тех же условиях и рабочем давлении $4 + 1 = 5$ *ата* составит величину

$$Q = 2{,}15 \cdot 0{,}75 \frac{\pi}{4} 0{,}002^2 \frac{150}{5} \cdot \frac{10^4}{10^4} \sqrt{29{,}27 \cdot 288} = 0{,}0139 \text{ м}^3/\text{сек}, \text{ или } 13{,}9 \text{ л/сек}.$$

В конце опорожнения баллона, когда давление в нем будет $p_б = 30$ *ати*, производительность редуктора уменьшится в пять раз; вот почему при подборе редуктора для дымовых приборов исходят из его наименьшей производительности.

3. Потребное колнчество воздуха при дымопуске из одной бочки с расходом дымовой смесн $G = 7{,}2$ *кг/мин* будет

$$Q_{\text{потр}} = \frac{G}{60\gamma} = \frac{7{,}2}{60 \cdot 1{,}9} = 0{,}064 \text{ л/сек.}$$

4. Велнчнна h хода золотника в редукторе прн дымопуске из одной бочки определится из уравнения (68)

$$h = \frac{Q_{\text{потр}} p}{2{,}15 \mu \pi d p_6 \sqrt{RT}} = \frac{0{,}000064 \cdot 5 \cdot 10^4}{2{,}15 \cdot 0{,}75 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}002 \cdot 150 \cdot 10^4 \sqrt{29{,}27 \cdot 288}} =$$
$$= 0{,}0000023 \text{ м} = 0{,}0023 \text{ мм},$$

т. е. золотнпк открывает сопло на нпчтожно малую велнчнну $h = 0{,}0023$ *мм*. Прн бо́льшем чнсле одновременно работающнх дымовых бочек, а также при увеличенин рабочего давлення ход h золотнпка соответственно возрастает; по мере опорожнения баллона велнчина h также будет несколько возрастать, но это возрастание неспособно заметно компенснровать уменьшеиие производительностн редуктора, вызываемое уменьшеннем давлення в баллоне.

5. Сила давления воздуха иа мембраиу со стороны камеры низкого давления (если коэфнцнент, учитывающий эффективную площадь мембраны, принять равным 0,7) будет

$$P_6 = \omega_{\text{эф}} p_2 = 0{,}7 \frac{\pi D^2}{4} p_2 = 0{,}7 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 4{,}5^2}{4} \cdot 4 = 45 \text{ кг}.$$

Эта снла уравновешнвается главным образом силой P'_4 сжатия пружнны редуктора по уравненню (63).

Из приведениого расчета видно, что максимальиая производительность редуктора нзменяется прямо пропорционально давлению в баллоне. Прн дымопуске из одной бочки с обычно принятым расходом дымовой смеси редуктор работает с нпчтожно малой пронзводнтельностью и поэтому велнчнна хода (перемещення) золотника составляет всего лишь тысячные долн мнллнметра. Нетрудно себе представить, что малейшая по размерам частица грязн (ржавчнны) может вызвать засоренне редуктора, т. е. препятствовать герметнчиому закрыванню его сопла после дымопуска, что приведет к недопустнмому нарастанню давления. Вот почему за редуктором следует внимательно наблюдать, следя за давленнем по манометру низкого давления, особенно в момент регулнровкн и при окончанни дымопуска. В случае продолжающегося нарастания давления при иормальной регулировке необходимо продуть сопло путем оттягивания штока предохранительного клапана.

Из прнведенного здесь анализа также очевидна необходнмость поддержаиия в чистоте н исправностн фнльтра редуктора и обратного клапана, защищающего редуктор от грязи; это особенно важно в редукторах с постоянной регулнронкой, сопло которых в нерабочем положенни открыто (напрнмер, в редукторе ранцевого огнемета РОКС-3).

Пример 1. Определить производительность редуктора в приборе к концу опорожнения баллона, если нзвестно:

1) диаметр сопла редуктора $d = 1{,}8$ *мм*;
2) давление в баллоне в конце опорожнения резервуара $p_1 = 20$ *ати*;
3) расход жндкости нз прнбора составляет 1 *л/сек*;
4) рабочее давленне $p = 15$ *ати*.

Кроме того, считаем, что сопло открыто полностью на величину $h = \frac{d}{4}$.

Р е ш е н и е

1. По уравнению (67) весовая производнтельность редуктора прн давлении в баллоне, равном 20 *ати*, составит

$$G = 0{,}75 \frac{\pi}{4} 0{,}0018^2 \cdot 2{,}15 \frac{20 \cdot 10^4}{\sqrt{29{,}27 \cdot 288}} = 0{,}0089 \text{ кг/сек}.$$

2. Объемная производительность прн этом будет

$$Q = Gv = 0{,}0089 \cdot 0{,}053 = 0{,}00047 \ м^3/сек \text{ или } 0{,}47 \ л/сек,$$

где

$$v = \frac{RT}{p} = \frac{29{,}27 \cdot 288}{(15 + 1)\ 10^4} = 0{,}053 \ м^3/кг.$$

Прн расходе жидкостн 1 *л/сек* редуктор не будет успевать восстанавлнвать давленне, н оно к концу опорожнения баллона станет постепенно снижаться.

Пример 2. Определнть потребное колнчество 40-*л* воздушных баллонов и редукторов РВ-4 для опорожнения прн помощи сжатого воздуха железнодорожиой цнстерны с дымовой смесью при условнн:

1) емкость цистерны $v_2 = 50 \ м^3$;
2) рабочее давленне в цнстерне $p_2 = 2 \ ати$;
3) общее время опорожнения цистерны $\tau = 2$ часа;
4) температура воздуха $t = 15°\text{C}$ нлн $T = 273 + 15 = 288°\text{K}$;
5) конечное давленне в баллоне $p_1 = 20 \ ати$;
6) сопло редуктора открыто наполовиию.

Р е ш е и н е

1. Потребное чнсло воздушных баллонов

$$m = \frac{1{,}15\ p_2 v_2}{(p_1 - 2p_2)\ v_б} = \frac{(2 + 1) \cdot 50 \cdot 1000 \cdot 1{,}15}{(140 - 2 \cdot 2) \cdot 40} = 32 \text{ шт.}$$

2. Потребный расход воздуха

$$Q_{\text{потр}} = \frac{v_2}{\tau} = \frac{50 \cdot 1000}{2 \cdot 60} = 416 \ л/мин, \text{ нлн } 7 \ л/сек, \text{ при } p_2 = 2 \ ати.$$

3. Пронзводительность одного редуктора РВ-4 прн давленнн в баллоне $p_б = 20 \ ати$ и ходе золотника $h = \frac{d}{4 \cdot 2}$ определнтся нз уравнення (68)

$$Q = 2{,}15\mu \frac{\pi d^2 p_б \sqrt{RT}}{4 \cdot 2p} = \frac{2{,}15 \cdot 0{,}75 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}002^2 \cdot 20 \cdot 10^4 \sqrt{29{,}27 \cdot 288}}{4 \cdot 2\ (2 + 1)\ 10^4} = 0{,}00155 м^3/сек.$$

4. Потребное чнсло редукторов

$$n = \frac{Q_{\text{потр}}}{Q} = \frac{0{,}007}{0{,}00155} = 4{,}5 \simeq 5 \text{ шт.}$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От чего завнсит расход сжатого воздуха прн дымопуске нз бочек?
2. Как определнть минимально необходимое давленне воздуха в баллоне, прн котором можно выполнить боевую задачу по дымопуску нз бочек?
3. Объяснить принцип действня редуктора.
4. Взанмодействне частей автоматнки редуктора на разных этапах его работы.
5. Объяснить назначенне пружины н мембраны редуктора.
6. В чем заключается сущность процесса редуцирования воздуха?
7. От чего завнсит велнчнна рабочего давлення, устанавлнваемого редуктором?
8. Объяснить прнпцип сохранения постоянства величины рабочего давленя при помощн редуктора.
9. Почему рабочее давление понижается с уменьшеннем давленя в баллоне?
10. От чего завнсит максимальная пронзводнтельность редуктора и какую роль прн этом нграет велнчнна рабочего давленя?
11. Основные неисправностн редуктора, могущне прнвести к аварии.
12. Как подсчнтать потребное количество редукторов для заданных условий?

§ 33. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАСОСАХ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Насосы как средство создания напора перед распылителем обладают рядом преимуществ по сравнению со сжатым воздухом.

Источником энергии для вращения насоса является мотор дымовой машины. Моторизация Советской Армии и богатые возможности социалистической промышленности позволяют широко применять для дымовых машин насосы разных типов.

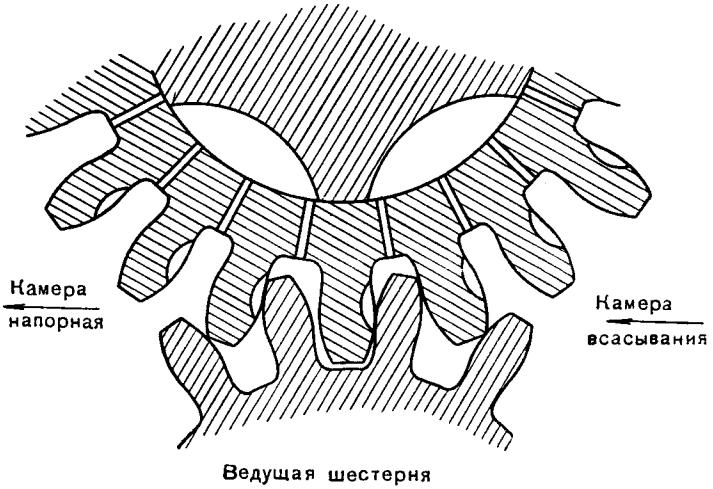


Рис. 44. Схема работы шестеренного насоса

В качестве насосов с механическим приводом в дымовых машинах применяются шестеренные насосы ШВ-200 и СКБ-С, обладающие большой компактностью, быстроходностью (СКБ-С) и отличающиеся простотой устройства и отсутствием пульсации при перекачке жидкости.

Насосы ШВ-200 и СКБ-С — шестеренные; они работают по принципу вытеснения жидкости зубьями одной вращающейся шестерни из впадин между зубьями другой шестерни (рис. 44), т. е. зуб шестерни играет роль своеобразного поршня.

Шестеренные насосы способны перекачивать жидкость различной вязкости при различных оборотах; при этом уменьшение числа оборотов скажется лишь на уменьшении производительности, но не вызовет уменьшения высоты подачи. Шестеренные насосы непрерывно нагнетают жидкость, т. е. не нуждаются в клапанах и воздушных колпаках для выравнивания давления.

К недостаткам шестеренных насосов следует отнести быстрый износ трущихся поверхностей под влиянием коррозии металла и на-

личия твердых примесей в жидкости; возможна также поломка шестерен вследствие засорения смазочных каналов и неизбежного при этом заклинивания зубьев шестерен.

§ 34. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Производительность насоса типа ШВ-200 зависит от числа оборотов n в одну минуту и геометрических размеров шестерен: ширины b шестерни, площади сечения F зуба и числа зубьев Z. Приближенно производительность Q может быть определена из соотношения

$$Q = 2FbZn\eta_1, \tag{69}$$

где η_1 — коэфициент подачи насоса, равный 0,6—0,7;
2 — число шестерен.

Производительность насоса с внутренним зацеплением зубьев (СКБ-С) приближенно определяется из соотношения

$$Q = 7D\,mbn\eta_2, \tag{70}$$

где D — диаметр ротора;

m — модуль зацепления $\left(m = \frac{t}{\pi}\right)$;

t — шаг зубьев;

b — ширина шестерни или длина зуба;

η_2 — коэфициент подачи насоса (не более 0,45).

Пример 1. Определить производительность насоса СКБ-С, если известно, что $D = 15{,}5$ *см*, $b = 5{,}8$ *см*, $t = 4{,}5$ *см*, $m = 1{,}43$, $n = 700$ *об/мин*, $\eta_2 = 40\%$.

Решение

$$Q = 7 \cdot 15{,}5 \cdot 1{,}43 \cdot 5{,}8 \cdot 700 \cdot 0{,}4 = 252\,000 \text{ см}^3/\text{мин}, \text{ или } 252 \text{ л/мин}$$

Пример 2. Определить производительность насоса СКБ-С, если известно, что время опорожнения машины (τ) равно 6 минутам, а рабочая емкость цистерны $v_{раб} = 2300$ *л*.

Решение

$$Q = \frac{v_{раб}}{\tau} = \frac{2300}{6} = 384 \text{ л/мин}.$$

Теоретически, как это видно из уравнений (69) и (70), производительность насоса не зависит от величины создаваемого им напора. Фактически же давление в насосе сильно снижает его производительность; причиной этого является перетекание жидкости из напорной камеры в камеру всасывания через зазоры между шестернями и стенкой корпуса насоса и крышки. Особенно опасны в этом отношении торцевые зазоры между зубьями шестерен и поверхностью крышки насоса. Количество перетекающей внутри насоса жидкости q пропорционально кубу величины зазора S.

$$q = KS^3, \tag{71}$$

т. е. чем больше зазор, тем большая доля теоретической производительности приходится на перетекание внутри насоса.

По мере износа насоса зазоры между трущимися поверхностями увеличиваются, а производительность и создаваемый насосом напор резко падают. Опытная проверка насосов ШВ-200 показала, что после 87 часов работы с дымовой смесью их производительность при прочих равных условиях снизилась на 40—50%, а давление перед распылителем упало с 4 до 2 *ати*.

В соответствии с этим срок службы насоса ШВ-200 не превышает 80 часов, а насоса СКБ-С — 150 часов.

В процессе эксплоатации, особенно при разборке насоса, нужно обеспечивать положенную по инструкции величину зазоров и не допускать их искусственного увеличения. Последнее может произойти в случае применения бумажной прокладки между крышкой и корпусом из нескольких слоев иногда к тому же чрезмерно толстой бумаги.

В целях восстановления нормальной производительности насоса, т. е. уменьшения зазоров, особенно торцевых, при ремонте применяют срезание на станке небольшого слоя с торцевой части корпуса насоса.

§ 35. ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСА СКБ-С

Выпускаемые промышленностью насосы после тщательного испытания на заводе снабжаются графиком, характеризующим их работу. Для насоса СКБ-С подобная характеристика представлена на рис. 45.

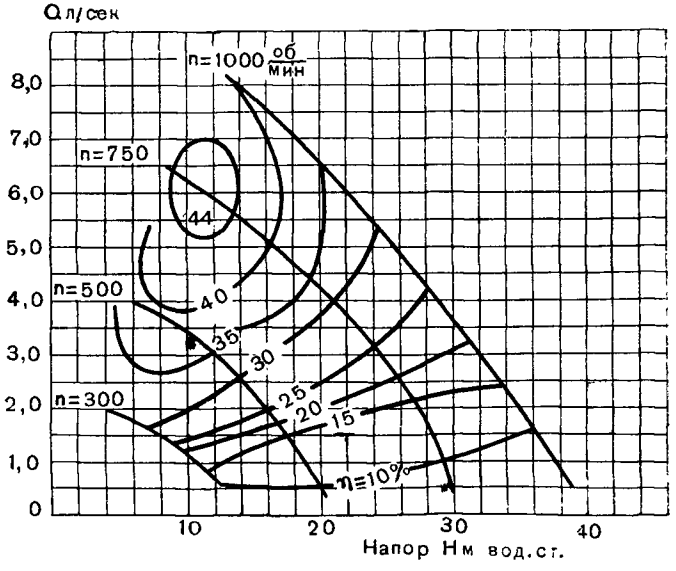


Рис. 45. Характеристика насоса СКБ-С

Кривые получены при работе насоса с оборотами 300, 500, 750 и 1000 в минуту. Как видно из рисунка, по мере роста напора производительность насоса довольно резко падает вследствие перетекания жидкости внутри насоса. Максимальная производительность насоса достигает 8 *л/сек* лишь при $n = 1000$ *об/мин*, но развиваемый насосом напор при этом не превышает 15 *м* вод. ст.

Максимальный напор, создаваемый насосом, достигает 40 *м* вод. ст., но производительность при этом составляет всего лишь 0,5 *л/сек*. Таким образом, насос СКБ-С не может давать значительных расходов при сравнительно больших давлениях. Уменьшение производительности с ростом напора вызывается перетеканием жидкости через зазоры и перепускной клапан.

По сравнению с насосом ШВ-200 насос СКБ-С имеет следующие преимущества:

— производительность насоса СКБ-С примерно в 2½ раза превышает производительность насоса ШВ-200, что позволяет ускорить разливочные работы при помощи АРС, а в случае дегазации местности, например, обеспечить норму дегазации в 1 *л/м*^{2} в два заезда при скорости движения машины 6—7 *км/час*;

— насос СКБ-С более быстроходен, что позволило упростить привод к нему от мотора: редуктор для изменения числа оборотов и направления вращения оказался лишним.

Вместе с тем насос СКБ-С более уязвим в части засорения и износа трущихся деталей и имеет меньший по величине коэфициент подачи, чем насос ШВ-200.

Пример. Определить время самоснаряжения АРС-11 водой из реки при условии:

1) число оборотов насоса в минуту $n = 750$;
2) манометр АРС показывает давление $p = 1$ *ати*;
3) рабочая емкость АРС-11 $v_{раб} = 2300$ *л*.

Решение

1. Пользуясь характеристикой насоса СКБ-С (рис. 45), по заданным условиям находим производительность насоса

$$Q = 6{,}25 \text{ л/сек}.$$

2. Время самоснаряжения АРС

$$\tau = \frac{v_{раб}}{Q} = \frac{2300}{6{,}25} = 368 \text{ секунд} \simeq 6 \text{ минут}.$$

§ 36. МОЩНОСТЬ, ПОТРЕБЛЯЕМАЯ НАСОСОМ

Мощность отбирается от мотора машины при помощи специальной коробки отбора мощности и передается на вал насоса посредством привода, состоящего (на машине с насосом СКБ-С) из одного карданного вала с карданными сочленениями.

Мощность, потребляемая насосом, может быть определена по формуле

$$N = \frac{QH\gamma}{75\eta},$$

где Q — производительность насоса, $м^3/сек$;
H — развиваемый насосом полный напор, $м$;
γ — весовая плотность жидкости, $кг/м^3$;
75 — коэфициент для перевода в лошадиные силы мощности, выраженной в $кгм/сек$;
η — коэфициент, учитывающий механические потери в насосе, в частности, потери на трение в подшипниках, сальниках, на трение шестерен о жидкость и между собой, а также напор, затрачиваемый на перетекание жидкости через все зазоры и разгрузочные отверстия шестерен; величина η обычно не превышает 0,6—0,7.

Чем больше расход жидкости и чем больше высота H, на которую нужно подавать жидкость насосом, а также чем тяжелее жидкость, тем больше величина потребной для этого мощности.

Чтобы обеспечить работу насоса СКБ-С с максимальной производительностью 8 $л/сек$ и создать напор 16 $м$ вод. ст., требуется мощность (при $\gamma = 1000$ $кг/м^3$ и $\eta = 0{,}4$)

$$N = \frac{0{,}008 \cdot 16 \cdot 1000}{75 \cdot 0{,}4} = 4{,}3 \ л.с.$$

Как видно, насос потребляет небольшую мощность, и поэтому наша дымовая машина легко может дымить в движении без ущерба для своих ходовых качеств.

Пример. Определить потребляемую насосом мощность при дегазации местности из АРС-11, если дано:

1) число оборотов насоса в минуту $n = 750$;
2) манометр АРС показывает давление $p = 1{,}2$ $ати$;
3) весовая плотность жидкого дегазирующего вещества $\gamma = 1000$ $кг/м^3$.

Решение

1. Пользуясь характеристикой насоса СКБ-С, приведенной на рис. 45, находим при заданных условиях производительность насоса Q и коэфициент полезного действия насоса η:

$$Q = 6{,}15 \ л/сек; \ \eta = 0{,}44.$$

2. Потребляемая насосом мощность

$$N = \frac{QH\gamma}{75\eta} = \frac{0{,}00615 \cdot 12 \cdot 1000}{75 \cdot 0{,}44} = 2{,}05 \ л.с.$$

§ 37. ПЕРЕПУСКНОЙ КЛАПАН

Перепускной клапан является неотъемлемой частью насоса, благодаря которой насос, имея полные обороты, может работать с какой угодно малой производительностью, обеспечивая нужную подачу жидкости.

Сущность работы перепускного клапана заключается в том, что он при некотором давлении начинает открываться и пропускать избыток жидкости из напорной камеры обратно во всасывающую. При некотором предельном по условиям прочности насоса давлении клапан, открываясь полностью, способен пропускать всю подаваемую насосом жидкость и этим обеспечить так называемую

работу насоса «на себя». При неисправном перепускном клапане, в частности, когда он сильно затянут или приржавел к седлу, в насосе могут создаваться опасные для чугунного корпуса давления; потребляемая мощность будет при этом возрастать и при дымопуске в движении мотор может заглохнуть. Наоборот, если клапан затянут слабо, он откроется преждевременно, вследствие чего фактическая производительность насоса при данном напоре будет снижена.

Применительно к насосам АРС нормальным считается такое положение, когда перепускной клапан начинает открываться при давлении 1,8—2,0 *ати* и полностью открывается при давлении в насосе 4—4,5 *ати*. При малых давлениях (до 1,8 *ати*) клапан должен быть совершенно герметичен. Однако большие удельные давления на его уплотняющей поверхности применены не могут быть, поскольку для этого потребуется более сильная пружина, которую не удается затем сжать для полного открытия клапана при давлении 4—4,5 *ати*. На практике применяются пружины средней силы, а удельное давление в клапане насоса не превышает 5—6 *кг/см*^{2}.

Вот почему для герметизации перепускного клапана требуется тщательная притирка его уплотняющей поверхности при каждом ремонте. В целях устранения возможного «заедания» клапана под влиянием коррозии его следует периодически вращать на месте из стороны в сторону при помощи специального приспособления, не нарушая степени сжатия пружины, т. е. регулировки клапана. После такого вращения по седлу клапан следует вернуть в первоначальное положение, в противном случае будет нарушена его герметичность.

§ 38. ВЫСОТА ВСАСЫВАНИЯ НАСОСА

В практике бывают случаи, когда насос оказывается не в состоянии всасывать жидкость. Чтобы понять причины отказа насоса в работе, обратимся к уравнению Бернулли, написанному для сечений *0—0* и *1—1* всасывающей линии (рис. 46)

$$\frac{p_0}{\gamma} + \frac{w_0^2}{2g} + Z_0 = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Z_1 + \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma\zeta_i\right)\frac{w_1^2}{2g}. \qquad (72)$$

Индексы 0 здесь отнесены к свободной поверхности в бочке, из которой производится выкачивание, а индексы 1 — к высшей точке всасывающей линии, в которой давление будет наименьшим. Очевидно, давление p_0 равно атмосферному p_a, а давление в высшей точке линии p_1 есть так называемое давление всасывания $p_{вс}$, которое по своей величине меньше атмосферного. Член $\Sigma\zeta_i$ представляет суммарный коэфициент всех местных сопротивлений во всасывающей линии.

Скорость w_0 опускания уровни в бочке по сравнению со скоростью w_1 во всасывающей линии мала, и мы можем ею пренебречь, положив $w_0 = 0$. Разность высот обозначим через $h = Z_1 - Z_0$, а величину $\lambda \frac{l}{d} + \Sigma\zeta_i$ через ω_1. Тогда уравнение Бернулли примет вид

$$\frac{p_{вс}}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - \left[h + (\omega_1 + 1)\frac{w_1^2}{2g}\right]. \qquad (73)$$

Если теперь величину, заключенную в квадратные скобки, обозначить через $\frac{\Delta p}{\gamma}$ и полагать, что она включает потери напора на преодоление всех местных сопротивлений, создание скоростного напора и поднятие жидкости на высоту h, то уравнение (73) может быть представлено в виде

$$\frac{p_{вс}}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - \frac{\Delta p}{\gamma}. \qquad (74)$$

Полученное уравнение позволяет нам объяснить суть процесса всасывания жидкости насосом следующим образом: насос создает разрежение во всасывающей линии, и жидкость, находящаяся в бочке под атмосферным давлением, как бы нагнетается последним по направлению к насосу.

Если бы не было потерь, т. е. в идеальном случае, то атмосферное давление смогло бы поднять жидкость из бочки на высоту

$$H = \frac{p}{\gamma} = \frac{10000}{1000} = 10 \text{ м}$$

и давление всасывания при этом было бы $p_{вс} = p_a$.

Однако практически поток жидкости во всасывающей линии должен тратить часть своего напора, равную $\frac{\Delta p}{\gamma}$, на создание скоростного напора в трубе и преодоление всяких сопротивлений. Поэтому абсолютное давление в сечении *1—1*, т. е. давление всасывания насоса $p_{вс}$, будет меньше атмосферного.

Мы заинтересованы в повышении величины давления всасывания, поэтому в машинах с насосом стремятся всемерно уменьшать гидравлические потери во всасывающей линии. В предельном случае, когда эти потери возрастут настолько, что на их преодоление будет расходоваться весь располагаемый напор атмосферы, т. е. $\frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma}$, то $p_{вс} = 0$ и насос работать не будет.

Практически отказ в работе насоса может наступить значительно раньше, т. е. при $p_{вс} > 0$, особенно при перекачивании легко летучих жидкостей: дымовой смеси и хлористого сульфурила. Пары этих жидкостей вместе с воздухом, выделяющимся из жидкости при пониженном давлении, будут накапливаться в верхней точке всасывающего трубопровода и мешать всасыванию. Условие безотказности всасывания, очевидно, может быть выражено неравенством

$$p_{вс} > p_s + p_e, \qquad (75)$$

где p_s — давление пара жидкости при данной температуре;

p_e — давление воздуха, выделившегося из жидкости и подсосанного через неплотности в соединениях.

Количество воздуха, растворенного в интересующих нас жидкостях, обычно невелико, но количество воздуха, подсасываемого через неплотности в резьбовых и других соединениях, может быть настолько значительным, что насос резко снизит свою производительность, так как будет засасывать и воздух и, наконец, совсем откажет в работе. Отсюда очевидны требования о тщательной сборке и герметизации всасывающей линии.

Пример 1. Определить возможность всасывания насосом СКБ-С дымовой смеси из бочек (рис. 46) в летних условиях при $t = 30°$ С, если дано:

1) производительность насоса $Q = 200$ *л/мин*;
2) диаметр всасывающего трубопровода и шланга $d = 50$ *мм*;
3) длина всасывающей линии $l = 6$ *м*;
4) геометрическая высота высшей точки линии над уровнем жидкости $h = 1$ *м*;
5) упругость пара дымовой смеси при 30° С $p_s = 0{,}134$ *кг/см²*;
6) вес единицы объема дымовой смеси $\gamma = 1900$ *кг/м³*;

7) местные сопротивления трубопровода: вход в трубу $\zeta_{вх} = 0{,}5$ и четыре колена $4\,\zeta_{кол} = 4 \cdot 0{,}14 = 0{,}56$.

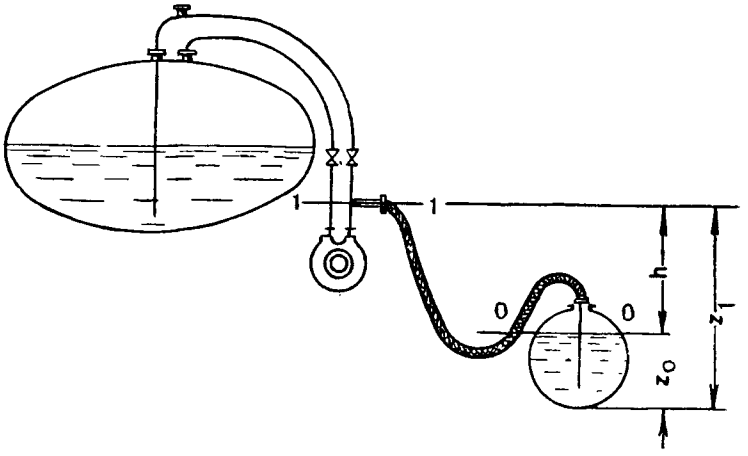


Рис. 46. Высота всасывания насоса СКБ-С

Решение

1. Определим величину ω_1:

$$\omega_1 = \lambda \frac{l}{d} + \Sigma\zeta_i = 0{,}03 \frac{6}{0{,}05} + 0{,}5 + 0{,}56 = 4{,}06.$$

2. Скорость движения жидкости во всасывающем трубопроводе

$$w_1 = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{0{,}200}{60 \frac{\pi}{4} (0{,}05)^2} = 1{,}7 \text{ м/сек}.$$

3. Скоростной напор

$$\frac{w_1^2}{2g} = \frac{1{,}7^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}147.$$

4. Давление всасывания по уравнению (73) будет

$$p_{вс} = p_a - \gamma \left[h + (\omega_1 + 1) \frac{w_1^2}{2g} \right] = 10000 - 1900\ [1 + (4{,}06 + 1)\ 0{,}147] =$$

$$= 6680 \text{ кг/м}^2, \text{ или } 0{,}668 \text{ кг/см}^2.$$

Сопоставляя найденную величину $p_{вс}$ с величиной упругости пара дымовой смеси $p_s = 0{,}134$ кг/см², убеждаемся, что $p_{вс} > p_s$ и, следовательно, насос в состоянии производить всасывание дымовой смеси и летом, если, конечно, всасывающая линия герметично собрана.

Пример 2. Определить температуру окружающего воздуха, при которой насос АРС-11 способен перекачивать из бочки легко летучую жидкость, если дано:

1) схема и размеры трубопровода — по примеру 1;

2) упругость пара легко летучей жидкости p при температуре t:

$t°$	0°	8°	20°	30°
p $кг/см^2$	0,700	1,0	1,50	2,20

3) вес единицы объема жидкости $\gamma = 1400$ $кг/м^3$.

Решение

В соответствии с данными примера 1 давление всасывания определится из уравнения (73):

$$p_{вс} = p_a - \gamma\left[h + (\omega_1 + 1)\frac{\omega_1^2}{2g}\right] = 10000 - 1400\ [1 + (4{,}06 + 1)\ 0{,}147] =$$

$$= 7560\ кг/м^2, \text{ или } 0{,}756\ кг/см^2.$$

Найденная величина давления всасывания соответствует упругости пара данной жидкости при температуре приблизительно 2° С. Следовательно, насос АРС пригоден для работы с такой легко летучей жидкостью лишь при температуре 2° С и ниже.

§ 39. ПОРШНЕВЫЕ НАСОСЫ

Наряду с насосами, приводимыми в движение от мотора машины, на дымовых машинах в качестве вспомогательных применяются ручные насосы типа «Красный факел» и «Гарда». Оба эти насоса поршневые, приводятся в действие от руки. По своему устройству и принципу действия они довольно просты, а по размерам компактны и удобны в работе.

Отрицательной особенностью поршневых насосов является неустановившееся движение в них и трубопроводе жидкости, сопровождающееся пульсацией величин давления и производительности. Вот почему в случае использования этих насосов для распыления жидкости они должны снабжаться воздушными колпаками, уменьшающими пульсацию давления и производительности.

Схема поршневого ручного насоса показана на рис. 47.

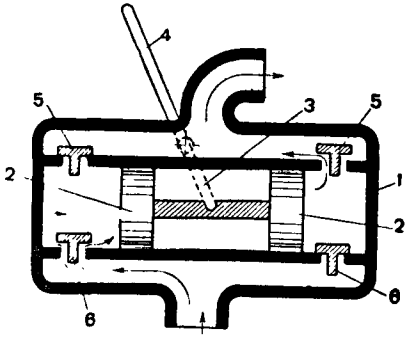


Рис. 47. Схема поршневого ручного насоса:

1 — корпус; *2* — поршень; *3* — кривошип; *4* — рукоятка; *5* — нагнетательные клапаны; *6* — всасывающие клапаны

Производительность поршневого ручного насоса зависит от размеров цилиндра насоса и числа качаний рукоятки и может быть подсчитана по формуле

$$Q = \alpha \frac{iFSn}{60} \text{ м}^3/\text{сек}, \qquad (76)$$

где α — коэфициент подачи, равный обычно 0,75;
i — кратность действия насоса (в наших насосах $i = 2$);
F — площадь поршня, $м^2$;
S — ход поршня в одну сторону, $м$;
n — число полных двойных качаний рукоятки насоса в минуту.

Пример 1. Определить производительность насоса «Гарда», если известно, что:
1) ход поршня $S = 85$ *мм*;
2) диаметр поршня $d = 100$ *мм*;
3) коэфициент подачи $\alpha = 0{,}7$;

Решение
1. Площадь поршня

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1^2}{4} = 0{,}00785 \text{ м}^2, \text{ или } 78{,}5 \text{ см}^2.$$

2. Количество жидкости, подаваемое насосом за одно двойное качание, по формуле (76) будет

$$Q = 0{,}75 \cdot 2 \cdot 0{,}00785 \cdot 0{,}085 = 0{,}001 \text{ м}^3 = 1 \text{ л}.$$

3. Производительность насоса при темпе качания в 60 двойных качаний в минуту составит

$$Q_1 = 60 \cdot Q = 60 \text{ л}.$$

Следует подчеркнуть, что если качание рукоятки не будет полным, то производительность насоса снизится.

Пример 2. Определить время, необходимое для снаряжения бочки Л-250 дымовой смесью из цистерны АРС при помощи ручного насоса «Красный факел» при условии:
1) диаметр поршня насоса $d = 100$ *мм*;
2) ход поршни $S = 95$ *мм*;
3) коэфициент подачи $\alpha = 0{,}7$;
4) число качаний в минуту $n = 45$.

Решение
1. Количество жидкости, подаваемое насосом за одно двойное качание,

$$Q_0 = 0{,}75 \cdot 2 \frac{3{,}14}{4} 0{,}1^2 \cdot 0{,}095 = 0{,}00111 \text{ м}^3, \text{ или } 1{,}11 \text{ л}.$$

2. Производительность в минуту

$$Q = Q_0 n = 45 \cdot 1{,}11 = 50 \text{ л/мин}.$$

3. Время, необходимое для снаряжения бочки,

$$\tau = \frac{v_{\text{раб}}}{Q} = \frac{250}{50} = 5 \text{ минут}.$$

Пример 3. Определить усилие, которое нужно приложить к рукоятке насоса «Красный факел» при перекачке дымовой смеси, если известны:

1) размеры поршня — по примеру 2;
2) положение рукоятки вертикальное;
3) размеры плеч рукоятки: $l_1 = 7$ *см*, $l_2 = 60$ *см*;
4) давление жидкости $p = 2$ *ати*.

Решение

1. Сила давления жидкости на площадь поршня

$$P_1 = pF = p\frac{\pi d^2}{4} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10^2}{4} = 157 \text{ кг}.$$

2. Необходимое усилие будет обратно пропорционально размерам плеч рычага

$$P_2 = P_1 \frac{l_1}{l_2} = 157 \frac{7}{60} = 18{,}5 \text{ кг}.$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Преимущества и недостатки шестеренных насосов.
2. От чего зависит производительность насосов ШВ-200 и СКБ-С?
3. Роль зазоров в насосе и их влияние на величину производительности насоса.
4. Причины малой живучести механических насосов АРС.
5. Характеристика насоса СКБ-С по кривым.
6. От чего зависит мощность, потребляемая насосом?
7. Принцип действия перепускного клапана насоса и правила ухода за ним.
8. От чего зависит высота всасывания насосом?
9. Почему иногда насос АРС отказывает в засасывании жидкости?
10. От чего зависит производительность насоса «Красный факел» на АРС?
11. Как подсчитать время для перекачки насосом жидкости из бочки?

ГЛАВА IV

КОМПЛЕКТ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ДЫМОПУСКА ИЗ БОЧЕК

§ 40. НАЗНАЧЕНИЕ И ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОМПЛЕКТА

Железные бочки, наполненные дымовой смесью С-4 и оборудованные специальной аппаратурой, служат для постановки дымовых завес. Дымопуск производится из отдельных бочек или из их комплектов (до пяти бочек), установленных в специальных окопах или смонтированных на автомашинах, железнодорожных платформах, катерах, плотах и паромах.

Бочки емкостью 100 и 250 *л* (Л-100 и Л-250) успешно применялись во время Великой Отечественной войны для задымления переправ, железнодорожных мостов, промышленных объектов и населенных пунктов в войсковом и глубоком тылу.

Таблица 13

Тактико-технические данные бочек со специальной аппаратурой

Характеристика	Одной бочки		Комплекта из пяти бочек	
	Л-100	Л-250	Л-100	Л-250
Емкость:				
полная, *л*	100	250	500	1250
рабочая, *л*	90	220	450	1100
Вес дымовой смеси, *кг*	170	420	850	2100
Вес бочек с дымовой смесью, *кг*	250	600	1250	3000
Рабочее давление, *ати*	2—4	2—4	2—4	2—4
Время дымопуска (в минутах):				
при 2 *ати*	25—30	65—70	25—30	65—70
при 4 *ати*	20—25	50—55	20—25	50—55
Минутный расход дымовой смеси, *кг*:				
при 2 *ати*	6	6	30	30
при 4 *ати*	8	8	40	40
Время сборки комплекта, минут	—	—	8—10	8—10

§ 41. УСТРОЙСТВО ДЫМОВОЙ АППАРАТУРЫ

Существующая аппаратура (рис. 48) рассчитана на комплект из пяти бочек Л-100 или Л-250 и позволяет производить дымопуск как одновременно из всего комплекта или его части, так и последовательно из каждой бочки.

В комплект дымовой аппаратуры входят: пять сифонов, пять жидкостных коллекторов с распылителями, воздушный коллектор, короткий шланг (резинометаллорукав), пять длинных шлангов (резинометаллорукавов), редуктор, баллон для сжатого воздуха емкостью 40 *л*, запасные части, инструмент и принадлежности.

Дымовой сифон (рис. 49) служит для герметизации горловины бочки, подачи сжатого воздуха в бочку и подачи дымовой смеси через жидкостной коллектор к распылителям. Основными частями дымового сифона являются: труба *3*, головка *2* со штуцером, внутренний упор с подвижным *4* и неподвижным *5* перьями, удлинитель *6* для бочки Л-250, эксцентрик *9* с рукояткой, пробковый кран *7* и колено *12*.

Взаимодействие частей сифона заключается в следующем.

При вращении головки подвижное перо приближается или удаляется от неподвижного пера и благодаря этому головка сифона может быть вставлена и закреплена в горловине бочки при помощи внутреннего упора обоих перьев и эксцентрика.

Если вращать головку по часовой стрелке, то подвижное перо подойдет вплотную к неподвижному перу. После опускания в таком виде сифона в бочку и поворота головки против часовой стрелки на 180° перья будут раздвинуты и займут прямо противоположные друг другу положения, а при нажатии на рукоятку эксцентрика

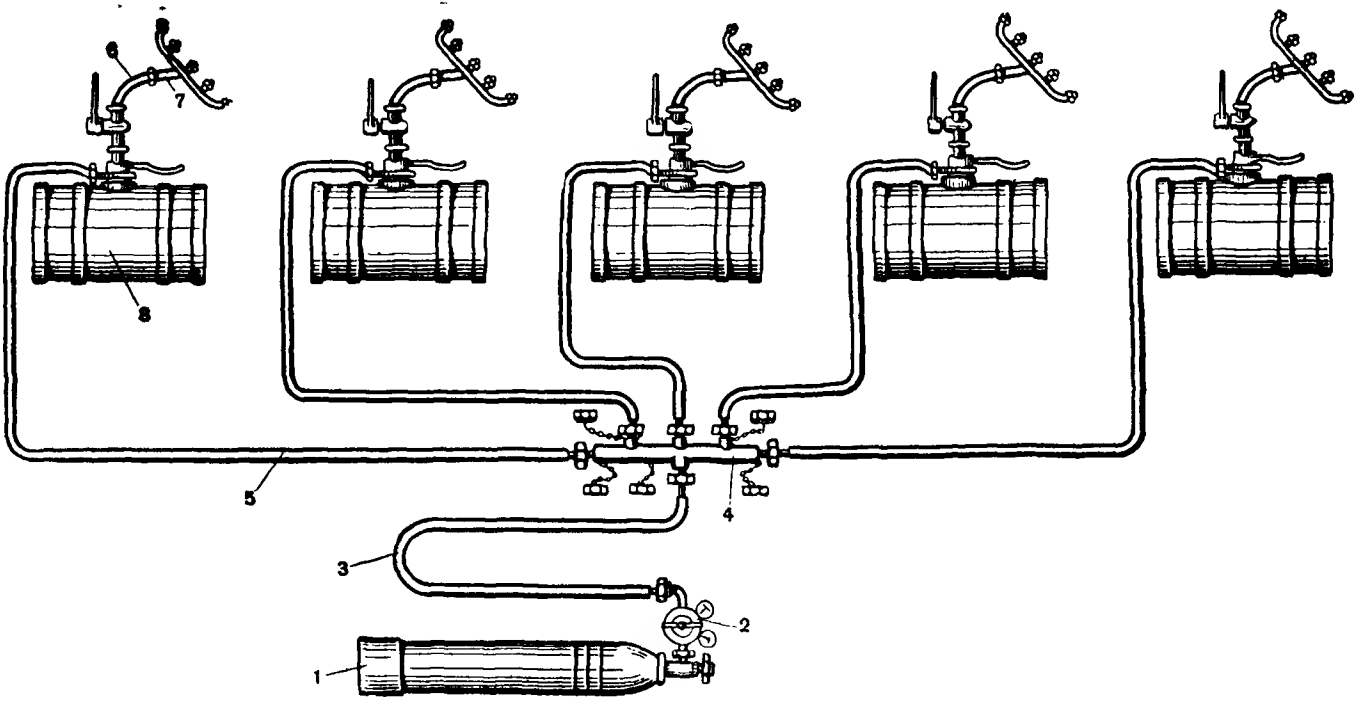


Рис. 48. Схема дымового комплекта из пяти бочек Л-100 или Л-250:

1 — баллон для сжатого воздуха; *2* — редуктор; *3* — короткий шланг (резинометаллорукав); *4* — воздушный коллектор; *5* — длинный шланг (резинометаллорукав); *6* — дымовой сифон; *7* — жидкостной коллектор с распылителем; *8* — бочка Л-100 или Л-250

они будут поджаты к горловине бочки. Герметичность установки сифона в бочке обеспечивается резиновыми прокладками *10* и *11*.

Жидкостной коллектор служит для рассредоточенного размещения на нем пяти центробежных распылителей, чтобы устранить

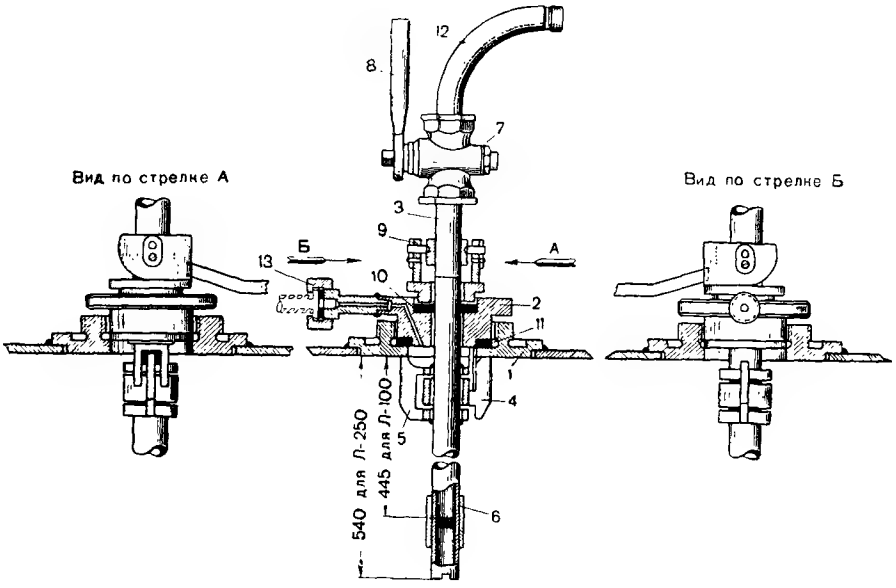


Рис. 49. Дымовой сифон:

1 — горловина бочки; *2* — головка сифона со штуцером; *3* — труба; *4* — подвижное перо внутреннего упора; *5* — неподвижное перо внутреннего упора; *6* — удлинитель для бочки Л-250; *7* — кран; *8* — рукоятка крана; *9* — эксцентрик; *10, 11* — прокладки; *12* — колено; *13* — накидная гайка от шланга

пересечение факелов распыляемой дымовой смеси и обеспечить лучшее испарение капель. Каждый распылитель состоит из двухходового винта (червяка) и наконечника с отверстием диаметром 1,5 *мм*.

Воздушный коллектор служит для распределения по бочкам сжатого воздуха, поступающего из баллона через редуктор, выключения отдельных бочек путем заглушения соответствующего штуцера и иногда для спуска давления из бочек после работы. К пяти штуцерам коллектора присоединяются длинные шланги (резинометаллорукава), подводящие воздух к бочкам, а к шестому штуцеру — короткий шланг (резинометаллорукав) от редуктора.

Воздушный редуктор служит для создания рабочего давления в бочках. Предохранительный клапан редуктора отрегулирован на 4,5—5 *ати*.

Принцип действия дымовой аппаратуры заключается в том, что сжатый воздух, подведенный по штуцеру головки в бочку, давит на поверхность дымовой смеси и заставляет ее подниматься по

трубе сифона. При открывании крана дымовая смесь поступает через коллектор к распылителям, из которых в виде капель выбрасывается в атмосферу.

§ 42. РАБОТА С БОЧКАМИ, ПРИСПОСОБЛЕННЫМИ ДЛЯ ДЫМОПУСКА

Дымовая точка, состоящая из одной бочки или комплекта из нескольких бочек, установленных на местности для дымопуска, обслуживается расчетом из двух-трех человек: командир дымовой точки и один-два солдата (номера первый и второй).

Первый номер отвечает за исправное состояние баллона, редуктора, воздушного коллектора, шлангов и за бесперебойную работу воздушной линии в целом.

Второй номер отвечает за исправное состояние бочек, сифонов, жидкостных коллекторов с распылителями и за бесперебойную работу жидкостной линии в целом.

При обслуживании дымовой точки расчетом из двух человек командир дымовой точки выполняет работу первого номера, отвечая, как и всегда, за исправность всей аппаратуры.

Осмотр дымовой аппаратуры. По команде командира дымовой точки «Комплект к осмотру» первый номер устанавливает редуктор на баллон, раскладывает шланги и воздушный коллектор, разносит сифоны и жидкостные коллекторы к бочкам; второй номер открывает бочки.

После этого командир дымовой точки:

— проверяет величину давления воздуха в баллоне, а также исправность вентиля и редуктора;

— осматривает шланги и проверяет чистоту резьб на штуцерах коллектора, сифонах и гайках шлангов;

— проверяет сифоны, обращая особое внимание на наличие резиновых прокладок, плавность вращения крана, исправность верхних срезов перьев внутреннего упора и эксцентрика;

— проверяет комплектность распылителей (наличие червяков).

Сборка комплекта. По команде командира дымовой точки «Комплект из пяти (или меньшего числа) бочек собрать»:

— первый номер монтирует шланги согласно схеме, показанной на рис. 48, обращая особое внимание на тщательность герметизации всех резьбовых соединений;

— второй номер вставляет сифоны в бочки, для чего левой рукой берет сифон за колено, правой за головку, повертывает последнюю по часовой стрелке вокруг трубы доотказа и опускает сифон в бочку так, чтобы направление колена сифона совпало с направлением ветра; затем повертывает головку сифона в противоположную сторону, т. е. против часовой стрелки, и при помощи эксцентрика герметично закрепляет головку сифона в горловине

бочки; после закрепления сифона присоединяет жидкостные коллекторы, проверяет чистоту распылителей, исправность вращения крана и ставит последний в положение «закрыто».

Командир дымовой точки, руководя сборкой комплекта, особое внимание уделяет герметизации соединений.

Проверка комплекта на герметичность. Собранный комплект обязательно должен быть проверен на герметичность, для чего по команде «Комплект проверить»:

— первый номер открывает вентиль баллона и создает в бочках давление не больше 1 *ати*; при обнаружении негерметичности немедленно закрывает вентиль баллона и устраняет неисправности в воздушной линии;

— второй номер проверяет герметичность сифонов.

Командир дымовой точки, руководя проверкой герметичности и устранением неисправностей, стремится израсходовать на эту операцию возможно меньше сжатого воздуха.

Дымопуск из бочек. По сигналу или команде «Приготовиться к дымопуску» командир дымовой точки командует: «Расчет по местам». По этой команде расчет занимает свои места и надевает средства защиты. Первый номер открывает баллон и создает в бочках давление 4 *ати*, тщательно наблюдая за манометром до полного прекращения шипения воздуха.

По сигналу или команде «Дым» второй номер открывает краны сифонов. Во избежание засорения отверстий распылителей жидкостная система по указанию командира подразделения своевременно может быть «продута» путем открытия крана на 1—2 секунды при снятых распылителях.

По сигналу или команде «Прекратить дым» первый номер закрывает вентиль баллона и вывертывает регулировочный винт редуктора. Второй номер перекрывает краны сифонов.

Если повторный дымопуск в ближайшие часы не предполагается, то давление из бочек должно быть спущено путем ослабления одной из гаек на воздушном коллекторе или у головки сифона.

Кроме выполнения мер предосторожности, указанных в § 8 для работы с дымовой смесью С-4, при работе с комплектом бочек воспрещается создавать в бочках давление свыше 4 *ати* или работать при неисправном редукторе и манометре низкого давления.

Восстановление готовности комплекта. Чтобы восстановить готовность комплекта после дымопуска, необходимо тщательно продуть воздушную линию оставшимся в баллоне воздухом, заменить пустые баллон и бочки и нейтрализовать сифоны с жидкостными коллекторами.

Для нейтрализации коллектора нужно (при спущенном давлении в бочке) снять наконечники и червяки, открыть кран, вынуть сифон в порядке, обратном его закреплению, и все части осторожно

(малыми порциями) промыть 3—5%-ным водным раствором соды, а затем несколько раз водой. После промывки все части насухо протереть ветошью, просушить и смазать тонким слоем масла. Особенно тщательно должен быть нейтрализован кран; его пробка должна быть вынута для промывки и хорошо смазана

Для нейтрализации бочек нужно слить из них в яму остатки дымовой смеси и затем небольшими порциями вливать раствор соды или воду. После осушки бочек, смазки резьбы горловин и закрывания их заглушками бочки готовы для отправки на базу.

В отдельных случаях бочки без предварительной нейтрализации могут быть перезаряжены дымовой смесью при помощи АРС и затем хорошо закрыты пробками.

Хранение и транспортировка дымовой аппаратуры. В периоды между выполнением боевых задач по дымопуску дымовая аппаратура хранится на транспортных машинах или в полевых складах в чистом, исправном и укомплектованном состоянии, обеспечивающем немедленную установку аппаратуры для дымопуска.

После выполнения боевой задачи аппаратура должна быть не только нейтрализована, просушена и смазана, но и подготовлена для хранения и транспортировки.

Воздушные баллоны с надетыми и опломбированными колпаками хранятся в тени, на деревянных колодках, лежа, защищенными от прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, пыли и грязи. Редукторы хранятся в ящиках или на полках, обвернутыми в сухую, непромасленную обертку; зимой — в помещении с температурой выше нуля. Шланги тщательно продуваются от остатков влаги, свиваются в круги и перевязываются. Штуцеры и ниппели с гайками после просушки и смазки обвертываются сухой ветошью или бумагой. Части сифонов и жидкостных коллекторов должны быть тщательно высушены, вычищены, слегка смазаны, особенно резьбы; все отверстия, в том числе распылители, закрываются сухой оберткой. Бочки с дымовой смесью хранятся в тени, на деревянных колодках.

При длительном полевом хранении аппаратура периодически подвергается осмотру с целью восстановления чистоты, исправности и комплектности. Подобный осмотр производится каждый раз и после перевозки аппаратуры.

§ 43. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ДЫМОВОЙ АППАРАТУРЫ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

При работе бочек, приспособленных для дымопуска, могут возникать некоторые неисправности аппаратуры; расчет должен уметь быстро обнаружить и устранить эти неисправности. Наиболее характерные неисправности, их причины, способы обнаружения и устранения даны в табл. 14.

Таблица 14

Возможные неисправности дымовой аппаратуры, устраняемые расчетом дымовой точки

Неисправность	Причина неисправности	Признаки неисправности	Устранение неисправности
1. Воздушная линия			
а) Вентиль баллона при его открывании пропускает воздух.	Ослабление сальника вентиля.	1. Слышно шипение воздуха. 2. Приложенный палец ощущает холод.	Отвернуть вентиль доотказа и подтянуть у вентиля сальниковую гайку.
б) Утечка воздуха в местах резьбовых соединений.	Неисправность прокладок или слабое затягивание гаек.	Так же, как выше.	1. Подтянуть накидные гайки (при давлении не более 1 *ати*). 2. Если утечка воздуха продолжается, то закрыть баллон, спустить давление и заменить прокладку. 3. При незначительной утечке воздуха во время дымопуска продолжать дымопуск.
в) Манометр низкого давления не работает.	1. Засорение канала, ведущего к манометру. 2. Деформация трубки манометра.	При включении редуктора стрелка манометра своего положения не изменяет.	Работать нельзя. Манометр должен быть заменен новым.
г) Утечка воздуха через предохранительный клапан редуктора.	1. Разрушение прокладки на золотнике клапана. 2. Засорение клапана. 3. Нарушение регулировки клапана.	1. Слышно шипение воздуха. 2. Приложенный палец ощущает холод.	1. Взявшись за головку клапана, открыть его на 0,5—1 секунду. 2. Повернуть клапан вокруг оси. 3. Если утечка воздуха продолжается, то отпустить контргайку и подвинтить регулировочную втулку до прекращения утечки и снова подтянуть контргайку. После выполнения боевой задачи точная регулировка клапана производится в мастерской части.
д) Утечка воздуха из-под головки сифона.	1. Слабое затягивание гайки эксцентрика. 2. Неисправность прокладки.	Так же, как выше (пункт „г“).	1. Подтянуть гайку эксцентрика (при давлении не больше 1 *ати*). 2. В случае необходимости сменить прокладку сифона при спущенном давлении.

Неисправность	Причина неисправности	Признаки неисправности	Устранение неисправности
2. Жидкостная линия			
а) Дымовая смесь проходит в местах соединений.	Негерметичность соединения.	Появление жидкости, дымящей на воздухе.	1. Подтянуть накидные гайки. 2. При малом подтекании продолжать дымопуск. 3. После выполнения задачи заменить прокладки.
б) Засорились распылители.	1. Наличие твердого осадка в дымовой смеси. 2. Не продут сифон и коллектор.	Плохой распыл дымовой смеси.	1. При засорении от одного до трех распылнтелей — работу по дымопуску продолжать. 2. При большем числе засорившихся распылителей слегка постучать ключом по коллектору. 3. Если засорение ударом ключа на устраняется, то перекрыть кран, свинтить распылители, продуть коллектор и вновь поставить предварительно очищенные от грязи распылители.
в) Пробковый кран туго вращается.	1. Туго затянут сальник. 2. Заедание крана под влиянием коррозии при отсутствии хорошей смазки.	Кран туго вращается или совсем не открывается.	При спущенном давлении освободить несколько гайку на пробке крана и слегка ударить ключом по хвостовику крана.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назиачение и тактико-технические данные бочек Л-100 и Л-250, приспособленных для дымопуска.
2. Основные части дымовой аппаратуры для бочек и назначение частей.
3. Устройство дымового сифона и взаимодействие его частей.
4. Устройство воздушного редуктора и взаимодействие его частей.
5. Правила осмотра и сборки дымовой аппаратуры.
6. Техника дымопуска из бочек.
7. Правила ухода за аппаратурой.
8. Основные неисправности дымовой аппаратуры и способы их устранения.

ГЛАВА V

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН АРС ДЛЯ ДЫМОПУСКА

§ 44. ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИН АРС ПО ДЫМОПУСКУ

Машины АРС-10, АРС-11 и АРС-12 предназначаются для временного хранения и перевозки дымовой смеси и дегазирующих растворов, а также для снаряжения ими различных оболочек. Кроме того, эти машины могут использоваться для дегазации местности и боевой техники и для постановки дымовых завес.

Устройство специального оборудования АРС-10 и АРС-11 рассмотрено в технических описаниях по каждой машине, а вопросы эксплоатации освещены в «Руководстве по техническому обслуживанию машин АРС-9, АРС-10 и АРС-11» (изд. 1946 г.). Кроме того, описание этих машин имеется в книге «Средства и способы дегазации» (изд. 1949 г.). Поэтому в настоящем пособии освещаются лишь особенности эксплоатации машин АРС-10 и АРС-11 по дымопуску и не рассматривается их устройство.

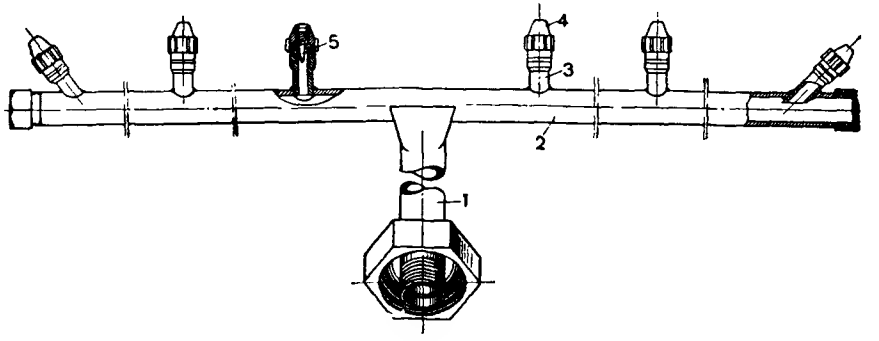


Рис. 50. Насадка ВР-10:
1 — патрубок; *2* — труба; *3* — штуцер; *4* — наконечник; *5* — двухходовый винт (червяк)

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ МАШИН АРС-10, АРС-11 И АРС-12 ПО ДЫМОПУСКУ

Полная емкость цистерны, *л*	2500
Допускаемая грузоподъемность при перевозке жидкостей, *кг*	2500
Рабочая емкость цистерны по дымовой смеси С-4, *л*	1300
Минутный расход дымовой смеси при рабочем давлении 4 *ати* и при шести открытых распылителях насадки ВР-10 (рис. 50), *кг*	10,2
Время опорожнения цистерны (продолжительность дымопуска) при этих условиях, минут	240
Длина непросматриваемой дымовой завесы из одиночной машины при разных метеорологических условиях, *км*	0,5—2
Время снаряжения машины дымовой смесью, минут:	
механическим насосом	12
ручным насосом	60

Время подготовки машины к работе вне окопа, минут	4
Рабочее давление, *ати*	4
Техническая скорость машины, *км/час*:	
по шоссе	50—65
по проселочной дороге	15—25
Боевой вес машины, *кг*	7350
Экипаж	3 человека (командир машины, водитель и помощник водителя)

§ 45. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛОАТАЦИИ АРС ПРИ РАБОТЕ ПО ДЫМОПУСКУ

Боевая готовность АРС. Различают два вида боевой готовности АРС.

Готовность № 1 объявляется на месте (рубеже) дымопуска, где машина и экипаж готовы к немедленному началу работы. Эта готовность определяется тем, что:

— машина вполне исправна, укомплектована и замаскирована от наблюдения противника;

— цистерна наполнена дымовой смесью, насос залит дымовой смесью или дихлорэтаном, вентили открыты для дымопуска, насадка ВР-10 установлена;

— экипаж одет в средства защиты; водитель находится в кабине за рулем, командир машины — вне машины, наблюдает за сигналами командира взвода (помощник водителя находится на сборном пункте или на базе).

Готовность № 2 объявляется перед выходом машины на место (рубеж) дымопуска или для наполнения цистерны. Готовность № 2 означает, что машина и экипаж готовы к немедленному выезду по назначению и определяется тем, что:

— машина вполне исправна, замаскирована и готова к немедленному выезду на место дымопуска или на место наполнения цистерны;

— все вентили закрыты, на раздаточной трубе поставлена заглушка, все части, необходимые для предстоящей работы, проверены;

— экипаж в зависимости от обстановки может быть в средствах защиты или без них и находиться в укрытиях вблизи машины; один из состава экипажа наблюдает за сигналами командира взвода.

Подготовка АРС к наполнению дымовой смесью. Цистерна АРС обычно наполняется дымовой смесью из железнодорожной цистерны, не оборудованной специальным сливным приспособлением. В отдельных случаях цистерна АРС может наполняться и из бочек при помощи механического, а иногда и ручного насоса.

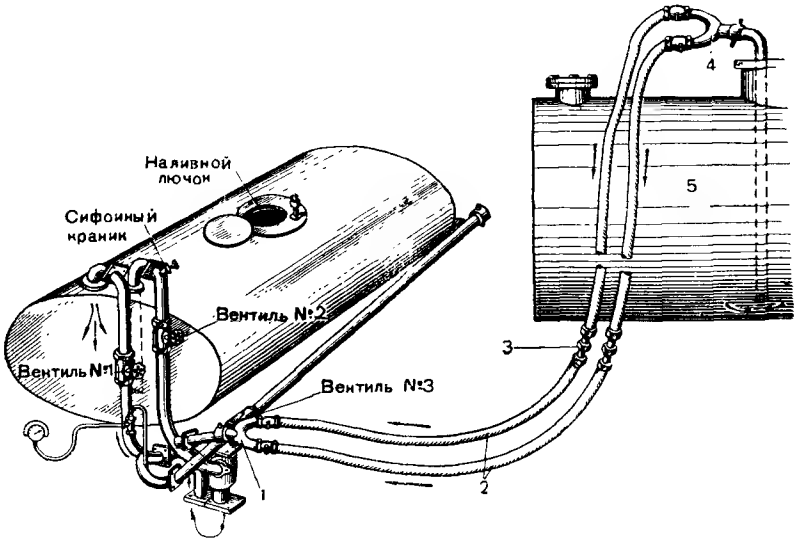


Рис. 51. Наполнение АРС из железнодорожной цистерны при помощи механического насоса:

1 — коллектор; *2* — раздаточные резинометаллорукава; *3* — соединительный ниппель; *4* — коллектор; *5* — железнодорожная цистерна

Для подготовки АРС к наполнению из железнодорожной цистерны при помощи механического насоса (рис. 51) экипаж по команде «Подготовить АРС к наполнению» выполняет следующее:

Командир машины	Помощник водителя	Водитель
Открывает вентили № 1 и № 2, сифонный краник и сливную пробку (сливной краник) насоса; открывает лючок, проверяет отсутствие жидкости в цистерне и устанавливает реечный указатель уровня; подает помощнику водителя все раздаточные резинометаллорукава; проверяет плотность закрытия заглушек на раздаточной трубе и грязепроводе; закрывает вентиль грязепровода.	Берет из ящика прокладки, коллектор, ниппель для соединения между собой двух раздаточных резинометаллорукавов, переходное колено, противень и ключи. Принимает резинометаллорукава от командира машины.	Включает рычаг насоса и заводной рукояткой проверяет исправность привода и вращение вала насоса.
Заливают насос дихлорэтаном, для чего:		
— после слива масла из насоса закрывает сливную пробку (сливной краник) насоса и через колено заливает в насос 1—2 *л* дихлорэтана; закрывает вентили № 2 и № 3 и сифонный краник.	— присоединяет колено к заборному патрубку, готовит дихлорэтан; после заливки насоса — отсоединяет колено.	

Продолжение

Командир машины	Помощник водителя	Водитель
Собирают заборную линию, для чего:		
— присоединяет коллектор к заборному патрубку, а к коллектору присоединяет два удлиненных (сдвоенных) раздаточных резинометаллорукава; проверяет плотность крепления раздаточных резинометаллорукавов к коллекторам, присоединенным к заборному патрубку и к специальному сифону железнодорожной цистерны [1]; открывает все краны коллекторов.	— соединяет попарно раздаточные резинометаллорукава при помощи соединительного ниппеля и их концы присоединяет к коллектору, взятому с другой машины; этот коллектор соединяет с специальным сифоном, подлежащим погружению в люк железнодорожной цистерны; убирает инструмент и принадлежности в ящик.	

В случае наполнения АРС из бочек при помощи механического насоса подготовка машины отличается лишь тем, что к заборному патрубку вместо коллектора с раздаточными резинометаллорукавами необходимо присоединить заборный резинометаллорукав с заборным сифоном.

Наполнение АРС дымовой смесью. Наполнение АРС дымовой смесью из железнодорожной цистерны без сливного оборудования при помощи механического насоса производится экипажем в следующем порядке:

Командир машины	Помощник водителя	Водитель
Приказывает помощнику водителя опустить специальный сифон в заранее открытый люк железнодорожной цистерны, а водителю — завести мотор и включить насос.	Опускает сифон в люк железнодорожной цистерны (не до дна).	Устанавливает АРС с наветренной стороны так, чтобы удлиненные (сдвоенные) резинометаллорукава не были натянуты, а свободно провисали до земли. Заводит мотор, включает насос и немедленно его выключает по приказанию командира машины.
Как только первая порция дымовой смеси попадет в цистерну АРС (появится дым из лючка), приказывает выклю-		

[1] Специальный сифон изготовляется средствами дымовой части.

Продолжение

Командир машины	Помощник водителя	Водитель
чить насос. После подачи двух-трех небольших порций дымовой смеси и окончания бурной реакции ее с остатками влаги в цистерне приказывает вести непрерывное наполнение, контролируя уровень жидкости (не более 1300 *л*) мерной рейкой. В конце наполнения приказывает помощнику водителя поднять сифон над уровнем дымовой смеси в железнодорожной цистерне (для продувки заборной линии). Отсоединяет коллектор от заборного патрубка и ставит на патрубок заглушку. Приказывает выключить насос. Сливает дымовую смесь из насоса. Закрывает вентиль № 1 и лючок на цистерне АРС.	Поднимает сифон над уровнем дымовой смеси в железнодорожной цистерне и после продувки заборной линии помогает командиру машины.	По приказанию командира машины выключает мотор и уводит АРС на площадку сбора.
Нейтрализуют заборную линию, для чего:		
— вместе с помощником водителя тщательно сливает остатки дымовой смеси из резинометаллорукавов; расположив заборную линию с уклоном к специальному сифону, вливает в нее со стороны коллектора раствор соды небольшими порциями; после нейтрализации промывает линию несколько раз водой; приводит машину в состояние готовности № 2.	— готовит 3—5%-ный раствор соды; помогает командиру промывать заборную линию; разбирает линию, протирает, смазывает и укладывает все принадлежности и инструменты.	

При наполнении нескольких АРС целесообразно одну из машин, оборудованную так, как сказано выше, использовать для снаряжения других АРС. Для этого АРС следует дооборудовать, а именно:

1) вентили № 1 и № 2 закрыть, а № 3 — открыть;

2) к раздаточной трубе присоединить заборный резинометаллорукав с заборным сифоном, который опустить в лючок наполняемой машины; вместо заборного резинометаллорукава к раздаточной трубе можно присоединить коллектор с раздаточными резинометаллорукавами, снабженными раздаточными пистолетами.

В случае наполнения цистерны АРС дымовой смесью из бочек работа производится в основном так же, как и при наполнении

из железнодорожной цистерны. При переносе сифона из опорожненной бочки в наполненную водитель снижает обороты насоса. Контроль наполнения производится подсчетом числа опорожненных бочек.

Действия экипажа по приведению АРС в готовность № 1. Для приведения АРС в готовность № 1 экипаж обязан:

— отрыть окоп для машины или замаскировать машину при помощи подручных средств;

— установить насадку ВР-10 на машине; при дымопуске из окопа насадка устанавливается на колене с подставкой и соединяется с раздаточной трубой АРС при помощи удлиненного раздаточного резинометаллорукава;

— залить насос дымовой смесью или дихлорэтаном;

— открыть вентили № 2 и № 3 и воздушник на люке цистерны

Если по каким-либо причинам машина должна в течение длительного времени находиться в готовности № 1 при залитом дымовой смесью насосе, то насос необходимо ежедневно провертывать заводной рукояткой двигателя при включенной коробке отбора мощности. Вместо дымовой смеси в этих случаях лучше применять дихлорэтан без примеси воды.

Дымопуск из АРС. По сигналу (команде) «Подготовиться к дымопуску» экипаж проверяет готовность машины. Дымопуск производится в следующем порядке:

Командир машины	Водитель
По комаиде (сигиалу) «Дым»	
Приказывает завести мотор и включить насос, а затем наблюдает за распылом дымовой смеси и сигналами командира взвода. При дымопуске в движении следит за маршрутом движения, распространением дымовой завесы и сигналами командира взвода.	Выполняет команды командира машиины, поддерживая давление по манометру не более 4 *ати*. Ведет машину по указанному маршруту с заданной скоростью.
По комаиде (сигиалу) «Прекратить дым»	
Открывает сифонный краник, чтобы продуть раздаточиую линию. Приказывает выключить насос. Если повторный дымопуск в ближайшие часы не предвидится, то открывает сливную пробку (сливной краник) насоса.	Выполняет команды командира машины и ведет машину на сборный пункт.

Действия экипажа после дымопуска. После дымопуска машина АРС сразу может быть направлена на перезарядку. В этом случае экипаж обязан:

— снять, промыть и уложить насадку, поставив заглушку на раздаточную трубу;

— закрыть все краны, вентили и лючок, чтобы предохранить цистерну от проникания в нее атмосферной влаги;

— произвести частичную разборку насоса с целью промывки и очистки его частей, в частности, смазочных каналов зубчатки.

Если не израсходована вся дымовая смесь и дымопуск в ближайшие часы не предвидится, то экипаж выполняет указанное выше. Если в ближайшие дни дымопуск вообще не предполагается, то экипаж обязан слить все остатки дымовой смеси, нейтрализовать цистерну и жидкостную коммуникацию и привести машину в порядок.

Для выполнения этих работ:

Командир машины	Помощник водителя	Водитель
Открывает вентили № 1, 2 и 3, лючок и сифонный краник. Наливает в насос 1—2 *л* содового раствора или воды (осторожно, малыми порциями).	Отрывает яму под грязепроводом, отвертывает с него заглушку, открывает вентиль грязепровода.	Отрывает яму под насосом, открывает сливную пробку (сливной краник) насоса.
Соединяет резинометаллорукав с заборным сифоном и присоединяет затем этот рукав к заборному патрубку насоса; открывает вентили для наполнения цистерны; приказывает завести мотор и включить насос для подачи содового раствора или воды в цистерну малыми порциями с перерывами, а затем без перерыва в объеме 200 *л*.	Держит сифон и после соединения его с резинометаллорукавом вставляет сифон в тару с содовым раствором или с водой, помогает командиру машины присоединить рукав к заборному патрубку.	Заводит мотор, включает насос и выключает его по сигналам командира машины.
Заглушает заборный патрубок и открывает вентили на разливку; открывает раздаточные пистолеты, краны коллектора и приказывает включить насос. Приказывает водителю сделать пробежку машины для лучшей нейтрализации стенок цистерны.	Присоединяет коллектор с раздаточными резинометаллорукавами к раздаточной трубе, направляя раздаточные пистолеты в поле. После промывки поднимает рукава на цистерну, а пистолеты вставляет в лючок.	Заводит мотор и включает насос для промывки раздаточной линии. Выполняет пробежку машины.
Сливает использованный раствор (воду) в бочку, наполняет цистерну свежим содовым раствором (водой) и повторяет прокачивание и пробежку.	Обмывает стенки и горловину цистерны из раздаточного пистолета. Помогает слить использованный и залить свежий содовый раствор (воду).	Выполняет команды по запуску и выключению насоса. Обмывает и протирает ходовую часть машины.
Организует чистку и смазку специального оборудования, принадлежностей и инструмента. Вместе с помощником водителя производит полную разборку	Обтирает наружную поверхность цистерны, инструмент и принадлежности и после смазки укладывает их в ящики.	

Командир машины	Помощник водителя	Водитель
механического насоса с целью промывки и очистки всех его деталей, особенно смазочных каналов. После протирки насухо и смазки всех деталей собирает насос и регулирует его перепускной клапан и торцевые зазоры.	Производит полную разборку, чистку и сборку насоса.	

§ 46. ПРАВИЛА РАБОТЫ С АРС ПО ДЫМОПУСКУ

При работе с АРС по дымопуску необходимо соблюдать следующие правила:

1. Систематически очищать цистерну, трубопроводы, насос и коллекторный распылитель от грязи и ржавчины, чтобы устранить возможность засорения распылителей.

2. Предохранять специальное оборудование от попадания в него атмосферной влаги, особенно когда АРС длительное время находится в готовности № 1.

3. Регулярно провертывать вал насоса и контролировать чистоту отверстий распылителей в период пребывания машины в состоянии готовности № 1.

4. Тщательно промывать специальное оборудование после работы, помня, что недостаточно тщательная промывка вызывает особенно сильное ржавление (наличие разбавленной серной кислоты).

5. В зимнее время по возможности утеплять машину, помещая ее в окоп, укрытие и т. д.

6. Строго выполнять меры безопасности при работе с дымовой смесью С-4 (см. § 8).

Соблюдение этих правил обеспечит безотказную работу машины без аварий и поражений экипажа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и тактико-технические данные АРС по дымопуску.
2. Определение понятия боевой готовности № 1 и № 2.
3. Порядок подготовки АРС к наполнению дымовой смесью.
4. Техника наполнения АРС из железнодорожной цистерны.
5. Техника дымопуска из АРС.
6. Способы и порядок нейтрализации специального оборудования АРС.
7. Правила ухода за специальным оборудованием после работы с дымовой смесью.
8. Правила ухода за механическим насосом АРС после работы с дымовой смесью.
9. Обязанности командира АРС на разных этапах работы с дымовой смесью.
10. Обязанности помощника водителя АРС на разных этапах работы с дымовой смесью.
11. Обязанности водителя АРС на разных этапах работы с дымовой смесью.
12. Общие правила работы с АРС по дымопуску.

ГЛАВА VI

ДЫМОВЫЕ ШАШКИ И РУЧНЫЕ ДЫМОВЫЕ ГРАНАТЫ

§ 47. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЫМОВЫХ ШАШКАХ И РУЧНЫХ ДЫМОВЫХ ГРАНАТАХ

Дымовые шашки и ручные дымовые гранаты представляют собой оболочки, снаряженные горючей дымовой смесью. Дымовая смесь дымовых шашек и ручных дымовых гранат зажигается запальным приспособлением и в процессе горения выделяет дым через отверстия оболочки.

Горение дымовой смеси происходит в замкнутой оболочке без доступа воздуха.

В Советской Армии имеются дымовые шашки следующих образцов: ДМ-11, ДМХ-5, ДСХ-15, БДШ-5, БДШ-15, МДШ, а также ручные дымовые гранаты: РДГ-2 и РДГ-2Х.

Эти дымовые шашки и ручные дымовые гранаты снаряжаются двумя видами смесей: антраценовой и металлохлоридной.

Антраценовая дымовая смесь используется в шашках ДМ-11, БДШ-5, БДШ-15, МДШ и в гранатах РДГ-2.

Исходя из условий получения дыма, в антраценовой смеси необходимо иметь следующие компоненты (составные части): горючее как источник тепла; окислитель, поддерживающий горение; дымообразующее вещество, способное создавать дым. В соответствии с этим смесь состоит из антрацена-сырца (горючего и дымообразующего вещества), бертолетовой соли (окислителя) и хлористого аммония (нашатыря), являющегося преимущественно дымообразующим веществом. Все компоненты дымовой смеси при ее изготовлении тщательно перемешиваются.

Антрацен-сырец представляет собой смесь тяжелых углеводородов, получаемых из зеленого масла — продукта перегонки каменноугольной смолы; он имеет вид маслянистых зеленовато-желтых кристаллов. Антрацен-сырец в воде не растворим и способен возгоняться при высокой температуре.

Антраценовая дымовая смесь дешева в изготовлении, устойчива при хранении и образует дым с хорошими маскирующими свойствами; в обращении она безопасна.

Дымовые шашки снаряжаются двумя рецептурами антраценовой смеси: медленно горящей А-12 и быстро горящей А-13. Смесь А-12 содержит около 42% антрацена-сырца, около 35% бертолетовой соли и около 23% хлористого аммония; она является основной смесью. Вещества, входящие в основную смесь, могут быть и в другом соотношении (например, в шашке БДШ-5 основная смесь содержит 25% антрацена-сырца, 39% бертолетовой соли и 36% хлористого аммония).

Смесь А-13 в качестве переходного состава служит для ускорения разгорания основной смеси. Более быстрое горение

смеси А-13 достигается повышенным содержанием бертолетовой соли (около 42%) и небольшим количеством антрацена (около 15%)

Переходной состав располагается в малых шашках со стороны запального приспособления, а в больших шашках, кроме того, чередуется слоями с основной смесью. В малых шашках смесь А-13 составляет около 10% веса основной смеси, в больших шашках около 20%.

Во время горения дымовой смеси происходит возгонка и частичное сгорание антрацена-сырца, возгонка [1] и частичное разложение хлористого аммония и полное разложение бертолетовой соли. Смесь горит без пламени. Температура горения смеси около 350° С.

Пары антрацена-сырца и хлористого аммония, выходя в атмосферу, охлаждаются и конденсируются в мельчайшие частицы, которые образуют плотное облако дыма белого цвета.

Ручные дымовые гранаты РДГ-2 белого дыма снаряжаются смесью А-13, а черного дыма — смесью, состоящей из 50% антрацена-сырца и 50% бертолетовой соли; черный цвет дыма получается за счет неполного сгорания значительной части антрацена-сырца.

Металлохлоридная дымовая смесь используется для снаряжения шашек ДМХ-5, ДСХ-15 и гранат РДГ-2Х.

В составе смеси такого вида должно быть два основных компонента: металлосодержащий и хлорсодержащий. При зажигании шашки основные компоненты вступают в реакцию, в процессе которой происходит хлорирование металла (или его соединений) с образованием металлохлорида. Получающийся металлохлорид служит дымообразующим веществом, возгоняющимся вследствие тепла, образующегося при реакции. Металлохлоридная смесь приготовляется также в двух рецептурах: основной (медленно горящей) и переходной (быстро горящей).

Шашки снаряжаются металлохлоридной смесью по такому же принципу, что и антраценовой, т. е. быстро горящая смесь в небольшом количестве располагается около запального приспособления с целью ускорения процесса разгорания основной смеси.

Основная металлохлоридная смесь состоит из 65—70% гексахлорэтана, 20—25% окислов железа (железной окалины) и 6—10% алюминиевого порошка. Переходная смесь отличается повышенным количеством алюминия (около 15%).

Гексахлорэтан, являясь продуктом хлорирования дихлорэтана, представляет собой белый кристаллический порошок.

Металлохлоридная дымовая смесь имеет вид порошка, состоящего из тщательно перемешанных компонентов.

---

[1] В данном случае термин «возгонка» условный, так как в действительности при горении горючей дымовой смеси хлористый аммоний разлагается на хлористый водород и аммиак. По выходе из шашки молекулы аммиака и хлористого водорода соединяются, образуя снова хлористый аммоний.

В процессе горения смеси гексахлорэтан вступает в соединение с окислами железа и алюминия, выделяя большое количество тепла.

Реакция протекает по следующим основным уравнениям:

$$2Fe_3O_4 + 3C_2Cl_6 \rightarrow 6FeCl_3 + 2CO_2 + 4CO$$

$$2Al + C_2Cl_6 \rightarrow 2AlCl_3 + 2C$$

Смесь горит с образованием небольшого пламени, температура горения достигает 800—1000° С. Образовавшееся хлорное железо и хлористый алюминий возгоняются и по выходе из шашки конденсируются в твердые частицы. В атмосфере частицы поглощают влагу и образуют капельки гумана в виде плотного облака. Дым, выделяясь из шашки, имеет бурый цвет, который по мере удаления и уменьшения концентрации дыма постепенно переходит в белый. Получающийся в результате реакции углерод, находясь в дымовом облаке, придает ему сероватый оттенок.

Алюминиевый порошок введен в состав смеси для того, чтобы увеличить количество тепла, которого недостаточно для горения смеси при наличии одного железа.

Зажигать дымовые шашки и гранаты с металлохлоридной смесью в закрытых помещениях нельзя, так как образующиеся при этом высокие концентрации дыма вредны для организма. В полевых условиях применение металлохлоридных дымовых шашек и ручных дымовых гранат безопасно.

§ 48. МАЛЫЕ И СРЕДНИЕ ДЫМОВЫЕ ШАШКИ

К малым и средним дымовым шашкам относятся шашки ДМ-11, ДМХ-5 и ДСХ-15. Они могут использоваться подразделениями, частями и соединениями всех родов войск для постановки дымовых завес во всех видах боя. Кроме того, эти шашки применяются как вспомогательное средство при маскировке тыловых объектов.

Таблица 15

Тактико-технические данные малых и средних дымовых шашек

Характеристика	ДМ-11	ДМХ-5	ДСХ-15
Общий вес, *кг*	2,2—2,3	2,7	7,5
Вес дымовой смеси, *кг*	1,9	2,4	6,5
Продолжительность разгорания шашки, секунд	30—40	Около 30	Около 30
Продолжительность интенсивного дымообразования, минут	5—7	5—7	13—15
Длина непросматриваемой дымовой завесы при благоприятных метеорологических условиях, *м*	75—100	120—150	120—150

Дымовая шашка ДМ-11 (дымовая, малая) (рис. 52) представляет собой цилиндрический футляр с диафрагмой и крышкой, заполненный антраценовой дымовой смесью.

Футляр высотой 115 *мм* и диаметром 160 *мм* изготовляется из черной жести и окрашивается. Для выхода дыма в диафрагме футляра имеется 10 отверстий и, кроме того, центральное отверстие, служащее для помещения запала.

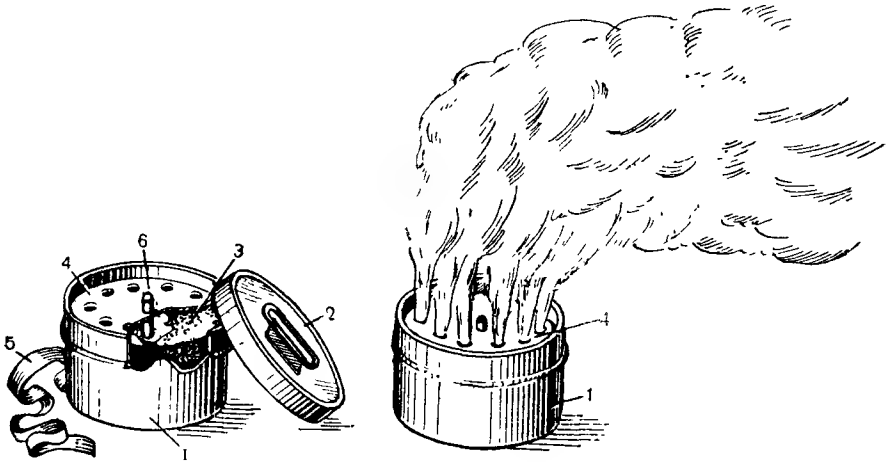


Рис. 52. Дымовая шашка ДМ-11:
1 — футляр; *2* — крышка; *3* — дымовая смесь; *4* — диафрагма; *5* — изоляционная лента; *6* — запал

Все отверстия диафрагмы заклеены фольгой, которая предохраняет смесь от проникания влаги; стык крышки с футляром обматывается изоляционной лентой, препятствующей прониканию влаги и удерживающей крышку на футляре при переноске шашки за ручку.

Шашка приводится в действие при помощи запала и терки. Запал выполнен в виде спички, которая покрыта по всей поверхности зажигательным составом и имеет воспламенительную головку; запал вставляется в шашку перед ее применением.

Терка изготовлена из картонной пластинки, на одной стороне которой имеется терочное покрытие; терку можно заменить обыкновенной спичечной коробкой.

Зажигательный состав, используемый в шашечных запалах, представляет собой термитную смесь. Воспламенительная головка запала изготовляется из терочного состава: бертолетовой соли, антимония Sb_2SO_3 и идитола (смолы) $C_{13}H_{12}O$; терка покрывается смесью, состоящей из красного фосфора, стеклянного порошка и идитола.

Запалы и терки хранятся в герметичной жестяной банке, которая вскрывается перед их применением ножом, имеющимся при каждой банке (рис. 53).

Для приведения в действие шашки ДМ-11 может быть использован и запал накаливания, применяющийся в шашках ДМХ-5 (см. ниже).

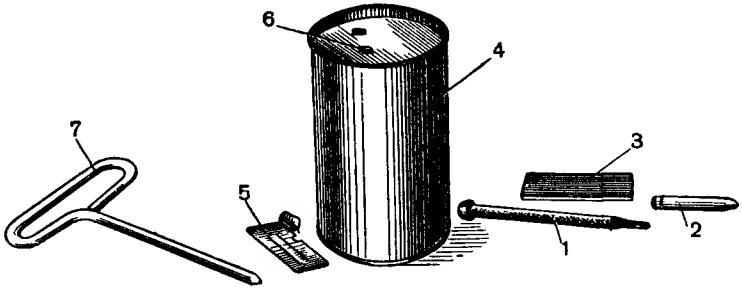


Рис. 53. Принадлежности малых и средних дымовых шашек:
1 — запал-спичка; *2* — запал накаливания; *3* — терка; *4* — банка для укупорки запалов и терок; *5* — нож для вскрытия банки; *6* — лапки для крепления ножа; *7* — протычка

Дымовая шашка ДМХ-5 (дымовая, малая, хлоридная) по внешнему виду не отличается от шашки ДМ-11, так как для изготовления шашек ДМХ-5 используются футляры ДМ-11, которые снаряжаются металлохлоридной смесью.

Шашка ДМХ-5 приводится в действие запалом накаливания, который представляет собой латунную гильзу, наполненную зажигательным составом. Запал имеет воспламенительную головку. В шашках ДМХ-5 может быть использован и запал-спичка, но в этом случае время разгорания дымовой смеси несколько увеличивается.

Дымовая шашка ДСХ-15 (дымовая, средняя, хлоридная) по устройству подобна шашке ДМХ-5, отличаясь от нее высотой футляра (345 *мм*), весом и продолжительностью дымообразования (см. табл. 15).

Приведение малых и средних дымовых шашек в действие. Для того чтобы привести в действие шашку ДМ-11, ДМХ-5 или ДСХ-15, необходимо:

— удалить с шашки изоляционную ленту и, пользуясь ручкой, снять с футляра крышку; если крышка посажена туго, шашку следует удерживать между ног, прижимая ее к земле;

— вставить в центральное отверстие диафрагмы запал воспламенительной головкой вверх и углубить его по головку в дымовую смесь; если запал не углубляется, то отверстие для него проткнуть железной протычкой, имеющейся в каждом ящике с шашками;

— быстро провести теркой или спичечной коробкой по головке запала с небольшим усилием.

Зажженный запал развивает высокую температуру, под действием которой загорается переходной состав, а от него горение распространяется на основную смесь.

При отсутствии запала шашка может быть приведена в действие от другой дымящейся шашки, для чего достаточно шашку

без запала положить на дымящуюся шашку диафрагмой вниз; после разгорания шашка отбрасывается в сторону.

Сырость, проникающая в шашку через негерметичный проржавевший футляр, может служить причиной невоспламенения смеси. Длительное хранение шашек вызывает слеживание (уплотнение) смеси, в результате чего дымовая смесь при горении выделяет значительное пламя.

Меры предосторожности при работе с малыми и средними дымовыми шашками. На месте дымопуска шашки следует устанавливать с небольшим наклоном в поле (от себя), в ту же сторону направлять продольный шов футляра, так как иногда в длительно хранившихся шашках во время дымообразования разрывается футляр или давлением газов выбрасывается запал.

Запалы необходимо переносить завернутыми в бумагу и только в банках, в которых они укупорены. При переноске в карманах россыпью запалы могут загореться от трения и причинить тяжелые ожоги.

Шашки следует приводить в действие на расстоянии вытянутой руки, не наклоняясь лицом над диафрагмой.

С места, где устанавливаются шашки, во избежание пожара должны быть удалены легко воспламеняющиеся предметы.

Упаковка малых и средних дымовых шашек. Шашки ДМ-11 и ДМХ-5 упаковываются в деревянные ящики. В каждом ящике имеется: 12 шашек; 16 запалов и 6 терок, укупоренных в одну банку; 2 железные протычки, которыми протыкают отверстия для запала в дымовой смеси в случае ее слеживания; памятка по обращению с шашками.

Шашки ДСХ-15 также упаковываются в деревянные ящики по 6 шт. в каждый; кроме того, в ящике помещается 10 запалов и 6 терок (в одной банке), железная протычка и памятка.

В ящики некоторых партий укладывались воротки для снятия колпачка со скобой.

На ящиках с шашками указываются: название и количество шашек, завод-изготовитель, номер партии, номер ящика, дата изготовления и вес брутто.

§ 49. БОЛЬШИЕ ДЫМОВЫЕ ШАШКИ

Большие дымовые шашки (БДШ-5, БДШ-15, МДШ) могут быть использованы для постановки дымовых завес на суше и на воде, так как эти шашки обладают пловучестью.

Дымовая шашка БДШ-5 применяется главным образом в дымовых приборах танков и самоходной артиллерии, БДШ-15 используется для длительного дымопуска при маскировке тыловых объектов и переправ, а МДШ (морская дымовая шашка) служит для постановки дымовых завес в Военно-Морском Флоте.

Перечисленные шашки используются также пехотой, артиллерией и другими родами войск. В сухопутных войсках все эти шашки могут взаимно заменяться.

Таблица 16

Тактико-технические данные больших дымовых шашек

Характеристика	БДШ-5	БДШ-15	МДШ
Общий вес шашки, *кг*	Около 40	45—46	43—45
Вес дымовой смеси, *кг*	Около 32	33—34	Около 34
Продолжительность разгорания смеси, секунд	25—30	25—30	25—30
Продолжительность интенсивного дымообразования, минут . .	4—8	12,5—17,5	10—12
Длина непросматриваемой дымовой завесы при средних метеорологических условиях, *м* . .	Около 200	100—125	Около 150

Как видно из табл. 16, шашки БДШ-5, БДШ-15 и МДШ имеют различную продолжительность интенсивного дымообразования (соответственно 4—8, 12—17 и 10—12 минут). Это объясняется главным образом тем, что основная дымовая смесь шашек БДШ-5 и МДШ содержит повышенное количество окислителя (например, в БДШ-5 около 39%), ускоряющего процесс горения смеси.

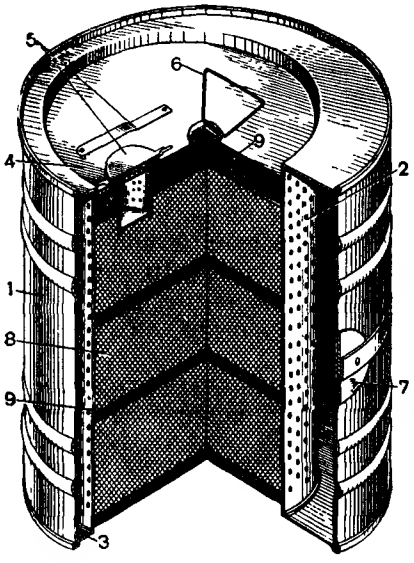


Рис. 54. Дымовая шашка БДШ-5:
1 — наружный цилиндр; *2* — внутренний сетчатый цилиндр; *3* — днище, *4* — крышка; *5* — запальное устройство; *6* — ручка; *7* — клапан дымовыходного отверстия, *8* — основная дымовая смесь; *9* — переходная дымовая смесь

Дымовая шашка БДШ-5 (рис. 54) представляет собой металлический корпус высотой 480 *мм* и диаметром 412 *мм*, который внутри имеет сетчатый цилиндр, снаряженный антраценовой дымовой смесью. Шашка БДШ-5 приводится в действие электрозапалом или запальным патроном ударного действия.

Корпус шашки изготовлен из листового железа и состоит из наружного *1* и внутреннего сетчатого *2* цилиндров, соединенных общим днищем *3* и крышкой *4*. На крышке расположено запальное устройство *5*. Для удобства переноски шашки на крышке и днище имеются ручки *6*. Внешняя поверхность корпуса покрыта краской, а внутренняя лаком; то и другое предохраняет корпус от ржавления.

Наружный цилиндр, являясь оболочкой шашки, имеет дымовыходное отверстие, герметично закрытое фольгой и клапаном *7*.

Сетчатый цилиндр служит емкостью для дымовой смеси и снаряжен послойно: три равных слоя основной смеси *8* чередуются с четырьмя слоями переходной смеси *9*. По всей поверхности сетчатого цилиндра имеются отверстия диаметром 12 *мм* для выхода газов во время дымообразования.

Сетчатый цилиндр расположен по отношению к наружному эксцентрически; при таком расположении цилиндров центр тяжести шашки смещается по отношению к продольной оси наружного цилиндра в сторону, противоположную дымовыходному отверстию. В случае постановки дымовой завесы на воде плавающая шашка благодаря такому смещению центра тяжести всегда устанавливается дымовыходным отверстием вверх.

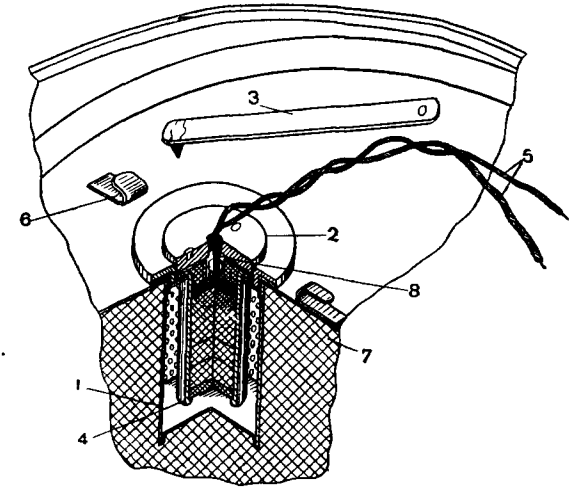


Рис. 55. Запальное устройство:
1 — запальный стакан; *2* — пробка; *3* — ударное приспособление; *4* — электрозапал; *5* — проводники электрозапала; *6* — лапки; *7* — дымовая смесь; *8* — отверстие пробки

Запальное устройство (рис. 55) служит для приведения шашки в действие и состоит из запального стакана *1* с пробкой *2*, ударного приспособления *3* в виде подвижной пластинки с бойком и электрозапала или запального патрона *4*. Запальное устройство предохранено картонным кружком и жестяной крышкой, закрепляемой в лапках *6*. Электрозапал применяется в случае использования шашек на танковых дымовых приборах и при дымопуске на воде, но не исключается возможность его применения при дымопуске и на земле.

Электрозапал представляет собой охотничью картонную гильзу, снаряженную пиротехническим составом (звездкой). Из центрального отверстия латунной головки запала выведены проводники для присоединения к источнику электрического тока.

Запальный патрон в отличие от электрозапала имеет вместо проводников капсюль-воспламенитель (рис. 56).

Электрозапал вставлен в шашку на заводе-изготовителе и транспортируется вместе с ней. Запальный патрон упаковывается отдельно от шашки и вставляется в запальный стакан перед применением.

Дымовая шашка БДШ-15 по устройству и размерам не отличается от шашки БДШ-5. Отличие заключается лишь в большей плотности снаряжения дымовой смесью и продолжительности дымовыделения.

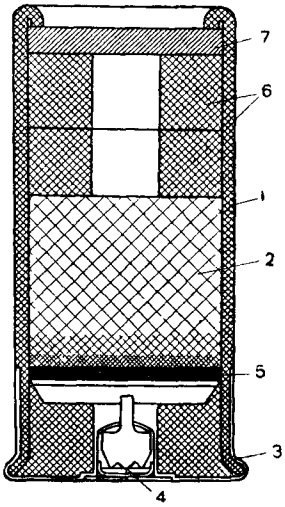


Рис. 56. Запальный патрон:

1 — гильза; *2* — зажигательная звездка; *3* — латунная головка; *4* — капсюль-воспламенитель; *5* — порох; *6* — войлочные пыжи; *7* — картонный пыж

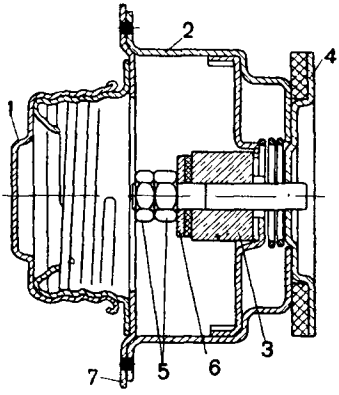


Рис. 57. Клапан потопления:

1 — колпачок; *2* — корпус клапана, *3* — соляной столбик; *4* — тарелка; *5* — гайка; *6* — шайба; *7* — днище шашки

Морская дымовая шашка МДШ имеет те же корпус и дымовую смесь, что и шашка БДШ. В отличие от БДШ, шашки МДШ комплектуются только запальными патронами, упакованными отдельно.

На днище корпуса МДШ расположен клапан потопления, имеющий назначение погружать в воду плавающую шашку по окончании ее действия.

Устройство клапана показано на рис. 57. Перед бросанием шашки на воду свинчивается колпачок *1*, чем открывается воде доступ в корпус *2* клапана. К концу дымообразования соляной столбик *3* растворяется в воде, после чего тарелка *4* под действием пружины открывает отверстие, через которое корпус шашки наполняется водой, после чего шашка тонет.

Приведение больших дымовых шашек в действие. Для приведения БДШ и МДШ в действие при помощи электрозапала необходимо:

— освободить шашку от упаковки и снять крышку запального устройства;

— приподнять клапан дымовыходного отверстия на 15—20 *мм* и прорвать фольгу;

— в БДШ — зачистить концы проводников электрозапала и присоединить их к электросети;

— в МДШ — пробить отверстие в центральном углублении пробки запального стакана, вывинтить штифтовым ключом пробку и вставить электрозапал в стакан, проводники запала продеть в отверстие пробки и ввинтить пробку доотказа; присоединить проводники электрозапала к электросети;

— включить в электросеть источник тока (аккумулятор, сухую батарею и т. п.).

В случае использования в шашках БДШ и МДШ запального патрона необходимо:

— освободить шашку от упаковки и снять крышку запального устройства:

— приподнять клапан дымовыходного отверстия на 15—20 *мм* и прорвать фольгу;

— вывинтить штифтовым ключом пробку запального стакана (в БДШ удалить электрозапал);

— вставить в стакан запальный патрон капсюлем вверх и ввернуть пробку запального стакана;

— установить ударное приспособление бойком против центрального отверстия пробки;

— ударить твердым предметом (молотком, лопаткой, камнем) по ударному приспособлению в месте расположения бойка.

Электрозапал и запальный патрон воспламеняются сразу же после приведения их в действие. От горения пиротехнического состава зажигается дымовая смесь шашки через отверстия запального стакана.

Отсыревание дымовой смеси больших шашек, так же как и малых, ведет к отказам в воспламенении, а слеживание вызывает горение смеси пламенем при приведении шашек в действие.

Меры предосторожности при работе с большими дымовыми шашками. При использовании шашек БДШ и МДШ следует:

1. После установки запального патрона в запальный стакан ввертывать пробку ключом доотказа, в противном случае пробка может быть вышиблена силой газов, образующихся в патроне при его воспламенении.

2. Предохранять корпус шашки от повреждений, нарушающих его герметичность.

3. Не допускать хранения и транспортировки шашек со вставленным запальным патроном.

4. Удалять с места установки шашек легко воспламеняющиеся предметы.

Упаковка больших дымовых шашек. Каждая большая шашка имеет отдельную деревянную упаковку: два днища, соединенных планками. На днище упаковки и на крышке корпуса шашки указываются: название шашки, завод-изготовитель, номер партии, номер шашки и дата изготовления.

К каждой партии шашек БДШ придается 125% (от числа шашек) запальных патронов, 25% электрозапалов и 10% ключей для вывинчивания пробок; это имущество упаковывается отдельно от шашек. Партии шашек МДШ электрозапалов не имеют.

§ 50. РУЧНЫЕ ДЫМОВЫЕ ГРАНАТЫ

Ручные дымовые гранаты РДГ-2 и РДГ-2Х предназначены для постановки дымовых завес преимущественно мелкими подразделениями. Кроме того, РДГ-2 черного дыма используются для имитации горения танков, самоходно-артиллерийских установок, строений и т. п.

Таблица 17

Тактико-технические данные ручных дымовых гранат

Характеристика	РДГ-2 белого дыма	РДГ-2 черного дыма	РДГ-2Х
Общий вес, *г*	600	600	600
Вес дымовой смеси, *г*	300—350	300—350	450
Продолжительность разгорания смеси, секунд	5—10	5—10	Около 5
Продолжительность интенсивного дымообразования, минут	1—1½	1—1½	1—1½
Длина непросматриваемой дымовой завесы, *м*	До 30	До 20	До 35

Дымовая граната РДГ-2 (рис. 58) в качестве оболочки имеет картонный цилиндр диаметром 55 *мм* и высотой 200 *мм*. Антраценовая дымовая смесь с обоих концов цилиндра закрыта картонными диафрагмами с отверстиями для выхода дыма. С одной стороны гранаты в центральное отверстие диафрагмы вставлен запал-спичка, а с другой стороны помещена бумажная трубка. Оба торца оболочки герметично закрыты картонными крышками с тесьмой. Под крышкой, окрашенной в красный цвет, уложена терка; там же находится воспламенительная головка запала.

Для приведения РДГ-2 в действие следует: сорвать крышки при помощи тесемок, взять гранату в правую руку, а терку в левую, резко провести теркой по головке запала и бросить гранату на желаемое место.

От запала-спички горение распространяется на дымовую смесь; дым выделяется из обоих концов гранаты.

Дымовая граната РДГ-2Х в отличие от РДГ-2 имеет металлохлоридную смесь и запальное приспособление вытяжного действия (рис. 59).

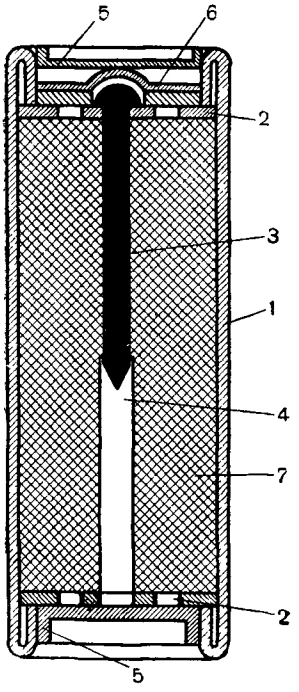


Рис. 58. Ручная дымовая граната РДГ-2:

1 — картонный цилиндр; *2* — диафрагма; *3* — запал-спичка; *4* — бумажная трубка; *5* — крышка; *6* — терка; *7* — дымовая смесь

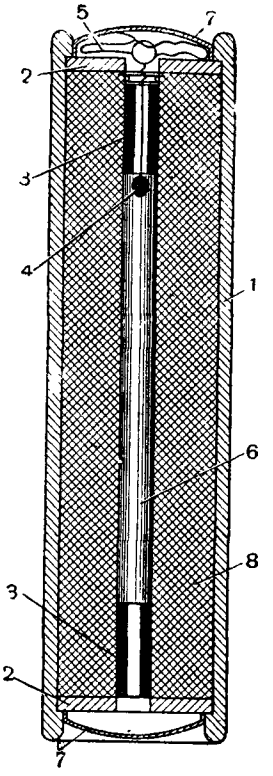


Рис. 59. Ручная дымовая граната РДГ-2Х:

1 — картонный цилиндр; *2* — диафрагма; *3* — зажигательная звездка; *4* — проволочная терка; *5* — тесьма; *6* — трубка; *7* — крышка; *8* — дымовая смесь

Две зажигательные звездки запального приспособления расположены в центральной трубке на ее концах. Внутренние торцы звездок имеют состав, воспламеняющийся от терки. В отверстие одной из звездок продета проволока, наружный конец которой согнут в петлю, соединенную с тесьмой, а внутренний свернут в спираль, покрытую терочным составом; этот конец проволоки и служит теркой.

Для приведения гранаты в действие необходимо: вскрыть вытяжное устройство, находящееся под крышкой с тесьмой, взять гранату в правую руку, а левой рукой резко выдернуть проволоку за тесьму, после чего бросить гранату.

Проходя через отверстие, проволока терочным составом воспламеняет одну звездку, затем горение распространяется на вторую звездку, а от звездок — на дымовую смесь. Дымовая смесь гранаты зажигается в полете.

При использовании ручных дымовых гранат следует иметь в виду, что дымовая смесь разгорается быстро. Поэтому во избежание ожогов граната должна быть брошена в первые секунды разгорания смеси.

По изготовлении гранаты РДГ-2 и РДГ-2Х завертываются в бумагу и помещаются в бумажные пакеты по 3 шт. в каждый. Пакеты пропитываются составом из битума и парафина для предохранения гранат от влаги. Ручные дымовые гранаты упаковываются в деревянный ящик в количестве 48—60 шт. (16—20 пакетов). На ящике наносятся: название и количество гранат, цвет дыма (белый или черный), завод-изготовитель, номер партии и дата изготовления.

§ 51. ХРАНЕНИЕ ДЫМОВЫХ ШАШЕК И РУЧНЫХ ДЫМОВЫХ ГРАНАТ

В складских условиях дымовые шашки и ручные дымовые гранаты хранятся в сухих неотапливаемых помещениях в заводской упаковке. В хранилище не должно быть легко воспламеняющихся, взрывчатых и зажигательных веществ, а также веществ, вызывающих ржавление (кислоты, хлорная известь и т. п.). Помещение оборудуется противопожарными средствами.

Ящики с дымовыми шашками и ручными дымовыми гранатами укладываются в штабели высотой до семи рядов. Между штабелями оставляются проходы шириной до 1 *м*.

В полевых условиях дымовые шашки и гранаты хранятся в землянках или под навесом и укрываются от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

§ 52. НОРМЫ РАСХОДА ДЫМОВЫХ ШАШЕК

Количество дымовых шашек, необходимое для постановки дымовой завесы, определяется на основании принятых норм расхода. Для шашек ДМ-11 эти нормы установлены в результате большого опыта их применения (табл. 18).

Таблица 18

Нормы применения дымовых шашек ДМ-11 на 1 км фронта на 1 час (в шт.)

Метеорологические условия	Направление ветра		
	фронтальный	косой	фланговый
Благоприятные	600	500	300
Средние	800	600	400
Неблагоприятные	1200	900	600

При определении количества шашек ДМХ-5, ДСХ-15, БДШ-5, БДШ-15 и МДШ следует исходить из того, что каждая из них может заменить собой известное количество шашек ДМ-11, сжигаемых в определенном порядке (табл. 19).

Таблица 19

Условия замены шашек

Тип шашки	Сколько шашек ДМ-11 необходимо для замены одной шашки другого типа
ДМХ-5	1 шашка
ДСХ-15	3 шашки, сжигаемые последовательно (одна за другой)
БДШ-5	20 шашек, сжигаемые одновременно
БДШ-15	20 шашек, сжигаемые в три приема (по 6—7 шт.)
МДШ	20 шашек, сжигаемые в два приема (по 10 шт.)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные компоненты горючей дымовой смеси дымовых шашек и ручных дымовых гранат.
2. Как идет процесс дымообразования при горении антраценовой и металлохлоридной дымовых смесей?
3. Устройство и основные тактико-технические данные дымовой шашки ДМ-11.
4. Порядок приведения в действие малых и средних дымовых шашек.
5. Устройство и основные тактико-технические данные дымовой шашки БДШ-5.
6. Порядок приведения в действие больших дымовых шашек.
7. Меры безопасности при сжигании дымовых шашек.
8. Назначение, устройство и основные тактико-технические данные ручных дымовых гранат.
9. Порядок приведения в действие ручных дымовых гранат.
10. Условия хранения дымовых шашек и ручных дымовых гранат.

ГЛАВА VII

ТАНКОВЫЙ ДЫМОВОЙ ПРИБОР

§ 53. НАЗНАЧЕНИЕ И ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРИБОРА

Танковый дымовой прибор представляет собой простое и надежное средство для создания дымовых завес. Он используется главным образом для обеспечения боевых действий танков и самоходной артиллерии.

Прибор позволяет транспортировать две большие дымовые шашки, приводить их в действие и сбрасывать. При помощи прибора можно производить дымопуск или из одной шашки или из двух, сжигаемых одновременно или последовательно.

Характеристика прибора обусловливается типом применяемых шашек.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТАНКОВОГО ДЫМОВОГО ПРИБОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШАШЕК БДШ-5

Время дымопуска, минут:

при одиовременном действии шашек . . . . . 4—8

при последовательном действии шашек . . . . . 8—16

Длина непросматриваемой дымовой завесы при средних метеорологических условиях, *м*:

от одной шашки . . . . . до 200

от двух шашек . . . . . до 300

Время подготовки прибора к действию, минут . . . . 7—10

§ 54. УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

Танковый дымовой прибор в виде двух самостоятельных установок монтируется на кормовой части танка (рис. 60). Каждая установка прибора состоит из следующих основных частей: механизма крепления и сбрасывания шашки; электрооборудования; шашки БДШ или МДШ.

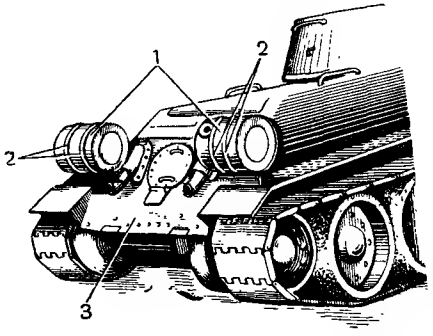


Рис. 60. Общий вид танкового дымового прибора:
1 — дымовые шашки; *2* — ленты крепления; *3* — кормовой лист танка

Механизм крепления и сбрасывания шашки (рис. 61) состоит из кронштейна, механического замка и троса с рукояткой.

Кронштейн крепится к танку болтами кормового листа и имеет стальные ленты, которыми удерживается шашка. Регулирующий стяжной болт кронштейна соединяет ленты с механическим замком; для натяжения лент болт снабжен гайками.

Механический замок (см. рис. 61) устанавливается на кормовом листе танка выше кронштейна. В корпусе *4* замка находятся собачка *5* на оси *6* и фиксатор *7* с пружиной *8*.

Трос *9*, проходя через трансмиссионное и моторное отделения, соединяет фиксатор механического замка с рукояткой, которая расположена на фальшборте боевого отделения. Во время удержания шашки собачка, упираясь в фиксатор, находится в зацеплении со стяжным болтом. При нажатии на рукоятку усилие передается тросом на фиксатор, который, преодолевая сопротивление своей пружины, уходит в гнездо корпуса замка и освобождает собачку. Стяжной болт поворачивает вокруг оси собачку и выходит из зацепления с ней, а шашка под действием своего веса отделяется от танка. В свободном положении рукоятки пружина выталкивает

фиксатор, поэтому для зацепления собачки за стяжной болт фиксатор должен быть оттянут за трос.

Электрооборудование установки служит для приведения в действие электрозапала шашки из боевого отделения танка. Оно

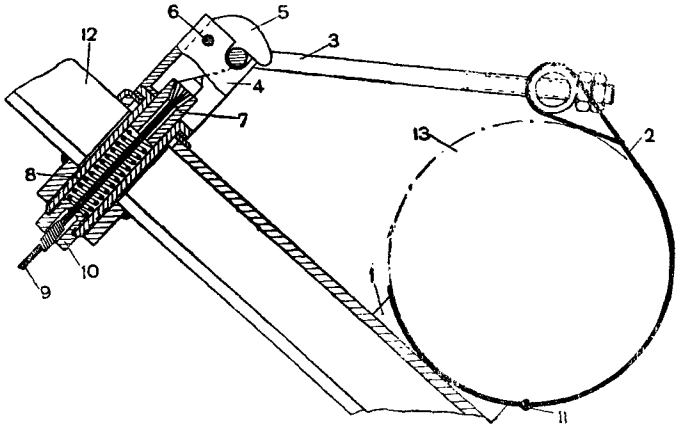


Рис. 61. Механизм крепления и сбрасывания шашки:
1 — кронштейн; *2* — лента; *3* — стяжной болт; *4* — корпус механического замка; *5* — собачка; *6* — ось; *7* — фиксатор; *8* — пружина; *9* — трос; *10* — пробка; *11* — шарнир; *12* — кормовой лист танка; *13* — шашка

имеет: контактную коробку с двумя клеммами, расположенную на кронштейне; тумблер (включатель), устанавливаемый на моторной перегородке или на фальшборте; электрические провода, которые соединяют контактную коробку с тумблером и аккумулятором.

§ 55. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРА

Для обеспечения безотказности работы танковый дымовой прибор должен подвергаться осмотру перед дымопуском и постановкой машины в парк. При осмотре устанавливается исправность и надежность работы всех частей прибора, для чего необходимо:

— очистить от грязи и ржавчины части механического замка;

— смазать ось собачки, проверить работу фиксатора, натягивая и ослабляя трос;

— очистить от грязи и окислов клеммы контактной коробки;

— проверить исправность электрооборудования электрической лампой, присоединенной к клеммам контактной коробки.

Прибор приводится в боевую готовность силами экипажа; для этого экипаж должен:

— снять запасные баки с горючим;

— осмотреть прибор;

— подготовить шашки к дымопуску;

— закрепить неподвижно шашки в приборе дымовыходным клапаном назад, а запальным устройством к выхлопным патрубкам танка.

По команде или сигналу «Дым» одна или обе шашки приводятся в действие включением соответствующего тумблера. Во избежание перегорания предохранителей тумблер включается на короткое время.

По возможности во время дымопуска за шашками ведется наблюдение; иногда из шашки появляется пламя, в этом случае она должна быть немедленно сброшена.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и основные тактико-технические данные танкового дымового прибора.
2. Устройство механизма крепления и сбрасывания.
3. Порядок подготовки танкового дымового прибора к дымопуску.

ГЛАВА VIII

ПОДРУЧНЫЕ (МЕСТНЫЕ) ДЫМОВЫЕ СРЕДСТВА

§ 56. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВАХ

Подручными дымовыми средствами называются все местные горючие материалы, могущие быть использованными для дымовой маскировки.

Подручные дымовые средства являются вспомогательными и самостоятельного значения для дымопуска иметь не могут в силу недостаточных маскирующих свойств дыма, получающегося при их сгорании, а также вследствие громоздкости и трудоемкости работ, связанных с их применением. Поэтому использование этих средств непосредственно на поле боя весьма ограничено. Основное их назначение — задымление различных тыловых объектов. Кроме того, иногда при помощи подручных средств можно поддерживать дым, созданный дымовыми машинами и приборами, при заблаговременной маскировке исходного положения для наступления, при форсировании водных рубежей, при бое в населенном пункте.

В комбинации с табельными дымовыми средствами подручные средства широко применялись нашими войсками при дымовой маскировке тыловых объектов во время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.

К подручным дымовым средствам относятся:

1) горючие материалы растительного происхождения: солома, сено, хвоя, листья, хворост, сырые дрова, опилки, нескошенные злаки, трава и т. д.;

2) горючие материалы промышленного происхождения: ветошь, концы, очес, отходы нефтепродуктов, мазут, смола, различные минеральные масла и т. д.

Кроме того, можно применять подручными способами и табельные дымообразующие вещества: дымовую смесь С-4 и фосфор.

§ 57. ПРИМЕНЕНИЕ ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВ

Для получения маскирующего дыма подручные дымовые средства нужно сжигать при ограниченном доступе воздуха, чтобы обеспечить неполное сгорание и выделение плотного дыма.

Сжигать подручные дымовые средства можно в прямоугольных или круглых ямах с примерными размерами, указанными на рис. 62.

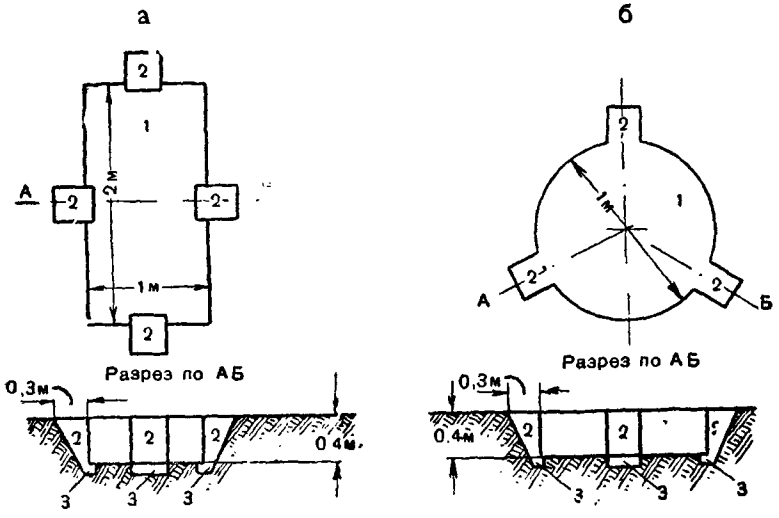


Рис. 62. Ямы для сжигания подручных средств (*а* — прямоугольная; *б* — круглая): *1* — яма; *2* — душники; *3* — приямники

На болотистом или каменистом грунте, где нельзя вырыть ямы, выкладывают из дерна прямоугольник (рис. 63) или насыпают грунт высотой 40—50 *см*.

Укладка горючего материала внутри ямы или прямоугольника должна обеспечить равномерное выделение дыма, поэтому высота укладки не должна превышать глубины ямы или высоты прямоугольника.

Доступ воздуха снизу регулируется периодическим открыванием душников. Лучшему дымообразованию способствует пропитка или смачивание горючего материала отходами нефтепродуктов.

Поджигаются подручные дымовые средства при помощи факела из пакли или ветоши, смоченной жидким горючим. Для обеспечения равномерности сгорания и лучшего дымообразования поджигать следует со всех сторон, через все душники.

Практикой установлено, что для задымления объекта в течение часа подручными дымовыми средствами растительного происхождения на каждую дымовую точку требуется 0,8—1,5 $м^3$ горючего материала в зависимости от его способности выделять дым при горении.

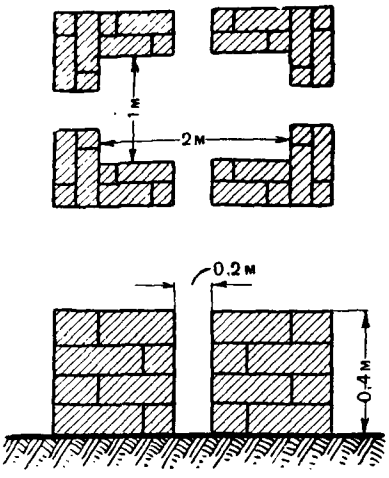


Рис. 63. Прямоугольник из дерна для сжигания подручных дымовых средств

Дымообразующие вещества подручными способами применяются следующим образом:

Белый фосфор можно сжигать в ровиках, вырытых в земле (рис. 64), засыпая фосфор в ровик слоем высотой 5—10 *см*. Для усиления дымообразования фосфор после его поджигания следует перемешивать.

Дымовую смесь С-4 можно применять путем ее испарения в противнях различной формы, нагревая их (рис. 65 и 66). Для лучшего дымообразования слой дымовой смеси в противне должен иметь высоту 20—30 *см*. При отсутствии и этого примитивного оборудования можно использовать дымовую смесь С-4, разливая ее тонким слоем на влажную землю или на песок с периодическим смачиванием политой поверхности водой. Выливание необходимо производить в защитной одежде и в противогазовом шлеме с соблюдением всех мер предосторожности.

Как показывает опыт Великой Отечественной войны, в некоторых случаях дымовой маскировки тыловых объектов необходимо

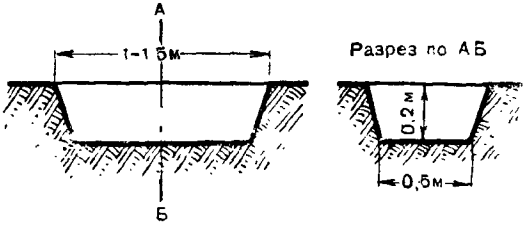


Рис. 64. Ровик для фосфора

задымлять высокие сооружения (заводские трубы, мельницы, водонапорные башни железнодорожных станций, вышки и т. п.), являющиеся составной частью тылового объекта.

Для задымления подобных сооружений могут применяться дымовые фугасы, обеспечивающие быструю дымовую маскировку объекта.

Дымовой фугас состоит из стеклянной бутыли емкостью 15—25 *л*, наполненной дымовой смесью С-4, и из головой шашки весом 200—400 *г*, размещенных в конической яме (рис. 67).

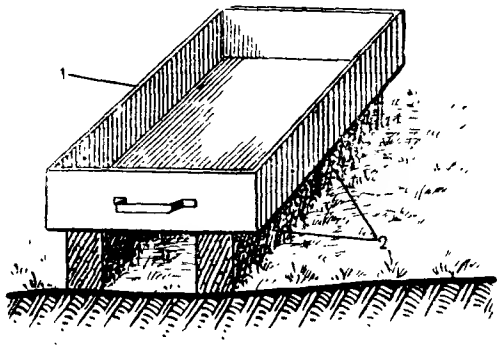


Рис. 65. Нагревание противня на кирпичах:
1 — противень; *2* — кирпичи

Рис. 66. Приспособление для нагревания противня

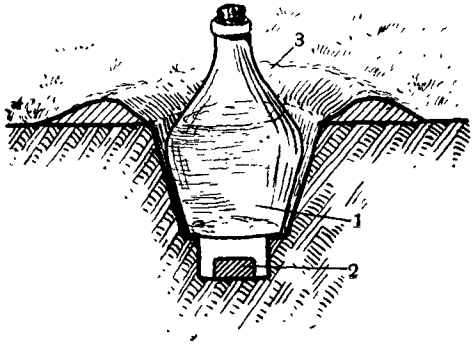


Рис. 67. Дымовой фугас:
1 — бутыль с дымовой смесью С-4; *2* — толовая шашка; *3* — бруствер

Для установки фугаса отрывают коническую яму с верхним диаметром 0,5 *м*, нижним 0,2 *м*, глубиной 0,5 *м*. На дно ямы кладут головую шашку с детонатором, концы проводников которого выводятся наверх. Устанавливают бутыль с дымовой смесью. К концам проводников детонатора присоединяют концы магистрального провода длиной не менее 250 *м* (в целях безопасности) и отводят их в пункт подрыва.

Подрыв производится при помощи сухой батареи или других источников электроэнергии. Высота и поперечные размеры дымового облака от одного дымового фугаса зависят от величины заряда тола, метеорологических условий и характера грунта. Практикой установлено, что для бутыли емкостью 15 *л* требуется 200 *г* тола, а для бутыли емкостью 25 *л* — 400 *г* тола. При соблюдении этих условий и благоприятной погоде высота облака при грунте средней плотности достигает 100 *м* с площадью 250 *м*^{2}.

Чтобы замаскировать железнодорожный мост длиной 100 *м* на 2—3 минуты требуется шесть дымовых фугасов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется подручными дымовыми средствами?
2. Основное назначение подручных дымовых средств.
3. Какие горючие материалы отиосятся к подручным дымовым средствам?
4. Способы применеиия фосфора и дымовой смеси С-4 подручными способами.
5. Устройство и применение дымовых фугасов.

ГЛАВА IX

ПРИМЕНЕНИЕ МАСКИРУЮЩИХ ДЫМОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ВОЙСК

§ 58. НАЗНАЧЕНИЕ ДЫМОВЫХ ЗАВЕС

В Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. маскирующие дымы использовались в Советской Армии для прикрытия боевых действий войск, а также для маскировки от авиации противника тыловых военных и промышленных объектов.

Широкое и умелое применение дымов способствовало успешному выполнению боевых задач, достижению внезапности и уменьшению потерь от огня противника.

Дымы являются средством обеспечения главным образом наступательных действий войск.

Дымовое прикрытие боевых действий войск, а также тыловых объектов организуется с целью:

— лишить противника возможности вести прицельный огонь и бомбометание;

— лишить противника возможности вести наблюдение за действиями наших войск на поле боя или затруднить ему наблюдение;

— отвлечь внимание и огонь противника от направления главного удара при наступлении наших войск.

Дымовые завесы создаются при помощи дымовых средств артиллерии, авиации, пехоты, бронетанковых и механизированных войск и специальных дымовых частей.

Для прикрытия боевых действий войск дымовые средства могут быть расположены линейно, для маскировки тыловых объектов — по площади.

Линия на местности, на которой располагаются и приводятся в действие дымовые средства, называется рубежом дымопуска. Дымовая машина, прибор, группа дымовых шашек, подготовленные к дымопуску и расположенные на местности, называются дымовыми точками.

§ 59. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ДЫМОВЫХ ЗАВЕС

Все дымовые завесы подразделяются и характеризуются в зависимости от их назначения, расположения и характера выполнения.

По своему назначению дымовые завесы могут быть ослепляющими и маскирующими.

Ослепляющая дымовая завеса создается непосредственно в расположении противника, когда дым, закрывая наблюдательные пункты и огневые точки, исключает для противника возможность вести наблюдение за полем боя и прицельный огонь. В то же время при ослепляющей дымовой завесе свои войска действуют вне дыма.

Ослепляющие дымовые завесы создаются артиллерийскими, минометными и авиационными дымовыми средствами при любом направлении ветра.

Маскирующая дымовая завеса создается с целью маскировки действий своих войск.

Маскирующие дымовые завесы ставятся в расположении своих войск или между своими войсками и противником.

Средствами постановки маскирующих дымовых завес обычно являются дымовые машины и приборы, дымовые шашки и ручные дымовые гранаты; иногда могут применяться подручные дымовые средства.

По своему положению относительно боевого порядка войск дымовые завесы подразделяются на фронтальные, фланговые (огсечные), тыльные и на ложных направлениях.

Фронтальными дымовыми завесами называются такие, которые создаются перед фронтом своих войск и прикрывают последние с фронта. Фронтальные дымовые завесы могут ставиться в расположении противника, между противником и своими войсками и непосредственно перед своими войсками.

Как правило, такие дымовые завесы ставятся на рубеже большем, чем фронт боевых действий, прикрываемых дымом войск. Это

делается с целью лишить противника возможности вести наблюдение и огонь с флангов.

Фланговыми дымовыми завесами называются такие, которые создаются на флангах боевого порядка с целью прикрытия своих войск от наблюдения и флангового огня противника.

Фланговые дымовые завесы ставятся как в расположении противника, так и между противником и своими войсками.

Фланговая дымовая завеса, созданная в расположении противника и рассекающая его боевой порядок, называется отсечной.

Тыльными называются такие дымовые завесы, которые ставятся в тылу боевого порядка своих войск с задачей маскировки тыловых подразделений и передвижений войск.

Дымовыми завесами на ложных направлениях называются такие, которые ставятся вне боевого порядка своих войск с задачей введения противника в заблуждение относительно направления главного удара, места форсирования реки и т. д.

По характеру и способу выполнения дымовые завесы подразделяются на неподвижные и подвижные.

Неподвижной называется дымовая завеса, создаваемая на рубеже, остающемся неподвижным в течение всего времени дымопуска.

Подвижной принято считать любую дымовую завесу, рубеж которой перемещается в результате передвижения дымовых средств или переноса огня дымовыми снарядами и минами.

§ 60. ТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ РУЧНЫХ ДЫМОВЫХ ГРАНАТ И ДЫМОВЫХ ШАШЕК ДЛЯ МАСКИРОВКИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ (ОТДЕЛЕНИЯ, ВЗВОДА, РОТЫ)

Во время Великой Отечественной войны подразделения пехоты и других родов войск для обеспечения своих боевых действий часто применяли ручные дымовые гранаты и дымовые шашки. При помощи их они быстро, без затраты времени на подготовку, создавали дымовые завесы в любых условиях боевой обстановки. Такие дымовые завесы ставились на незначительных по величине рубежах (до 0,5 *км*) и были краткими по времени (до нескольких минут).

Опыт войны показал, что для дымового обеспечения действий отделения, взвода и роты целесообразно назначать в каждом отделении трех солдат с 10—12 ручными дымовыми гранатами или с 3—5 дымовыми шашками на каждого.

Солдаты заблаговременно подготовляют ручные дымовые гранаты или дымовые шашки и укладывают их в вещевые мешки.

До и после применения дыма солдаты, выделенные для постановки дымовой завесы, действуют как стрелки, номера расчетов, экипажей и т. д.

Постановка дымовых завес ручными дымовыми гранатами. При фронтальном ветре на противника солдаты выдвигаются вперед и бросают по 3 ручные дымовые гранаты перед фронтом,

как можно дальше, с интервалами между гранатами 5—8 *м* (рис. 68). Наступающее подразделение движется под прикрытием дыма до рубежа дымопуска. Затем солдаты, выдвинувшись за дымом еще вперед, бросают вторую очередь ручных дымовых гранат, создавая дымовую завесу на новом рубеже и обеспечивая передвижение подразделения под прикрытием дыма. Таким образом можно обеспечить создание дымовых завес на трех-четырех рубежах.

Рис. 68. Применение ручных дымовых гранат при фронтальном ветре на противника

При к о с о м в е т р е на противника приемы создания дымовой завесы остаются такими же, но каждый солдат бросает в одну очередь две ручные дымовые гранаты с интервалами 8—10 *м* (рис. 69). При косом ветре солдаты с ручными дымовыми гранатами могут поставить дымовые завесы на пяти-шести рубежах.

При ф л а н г о в о м в е т р е солдаты выдвигаются вперед в сторону наветренного фланга и бросают ручные дымовые гранаты по фронту с интервалами 15—20 *м* (рис. 70). Выдвижение солдат вперед и в наветренную сторону должно производиться с таким

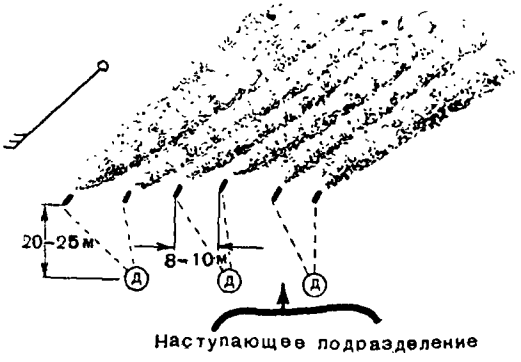


Рис. 69. Применение ручных дымовых гранат при косом ветре на противника

расчетом, чтобы подразделение под прикрытием дыма могло осуществить бросок или длинную перебежку и чтобы наветренный фланг подразделения был прикрыт от наблюдения и прицельного огня противника.

Постановка дымовых завес при фланговом ветре имеет ту особенность, что солдаты с ручными дымовыми гранатами каждый раз выдвигаются на новый рубеж и ставят дымовую завесу на виду у противника.

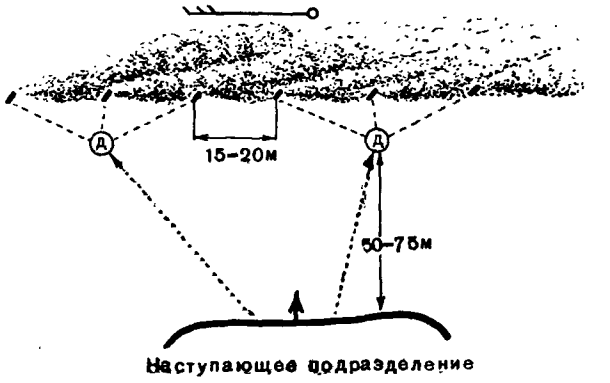


Рис. 70. Применение ручных дымовых гранат при фланговом ветре

Постановка дымовых завес дымовыми шашками. В зависимости от метеорологических условий непросматриваемая длина дымовой завесы от двух-трех дымовых шашек ДМ-11 достигает 150—200 *м*, а ширина ее на этом удалении составляет 30—40 *м*.

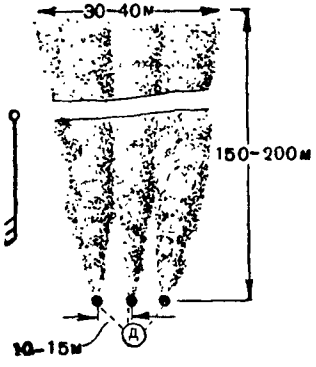


Рис. 71. Дымовая завеса от трех шашек ДМ-11

При фронтальном ветре на противника один солдат, разбросав дымовые шашки, может прикрыть дымом фронт 30—40 *м* (рис. 71). Тогда для маскировки отделения с фронта потребуется два-три солдата, расположенных друг от друга на интервалах 20—40 *м* (в зависимости от удаления от противника) и действующих каждый, как показано на рис. 71.

Для маскировки с фронта взвода и роты при фронтальном ветре на противника используются солдаты с шашками, выделенные в отделениях, причем солдаты фланговых отделений привлекаются для маскировки флангов.

При фланговом ветре фронт задымления с одной точки равен протяженности дымовой завесы от одной или группы шашек (рис. 72, 73, 74).

Следовательно, для маскировки с фронта отделения потребуется две шашки, а при благоприятных условиях достаточно и одной, поставленной впереди и с наветренной стороны боевого порядка

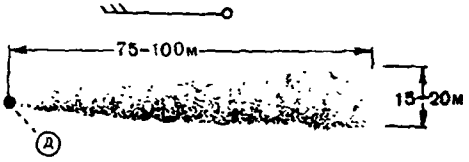


Рис. 72. Дымовая завеса от одной шашки ДМ-11

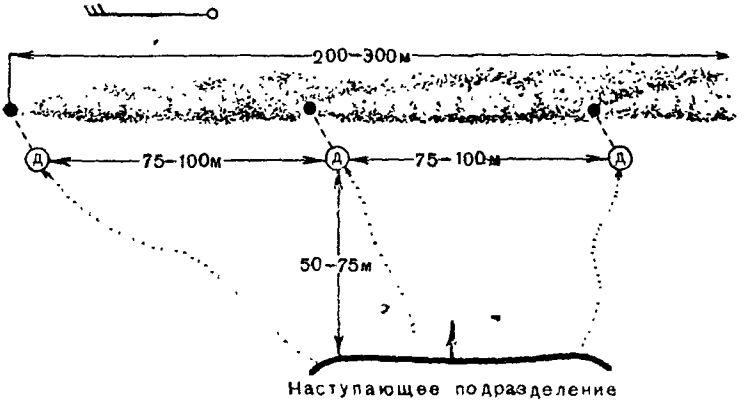


Рис. 73. Дымовая завеса при фланговом ветре

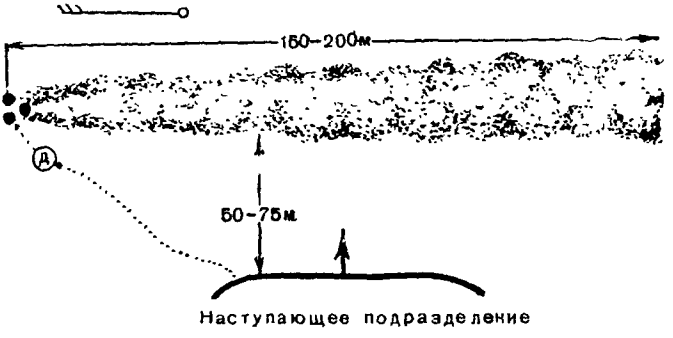


Рис. 74. Дымовая завеса от группы из трех шашек

отделения. Для маскировки взвода достаточно соответственно четырех и двух шашек. Боевой порядок наступающей роты может быть прикрыт с фронта восемью-четырьмя шашками, для чего потребуется четыре солдата.

Маскировка боевых порядков подразделений с фланго в при фронтальном ветре (попутном и встречном) производится приемами, показанными на рис. 75 и 76.

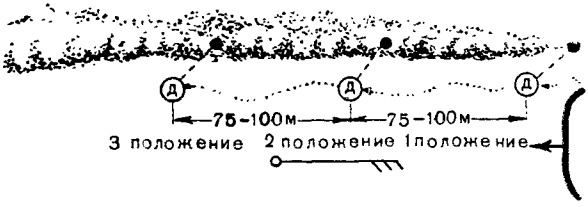


Рис. 75. Маскировка фланга при попутном ветре

Солдат с дымовыми шашками продвигается вперед, зажигая и бросая одну-две шашки через каждые 75—100 *м*; образующаяся фланговая дымовая завеса прикрывает фланг подразделения.

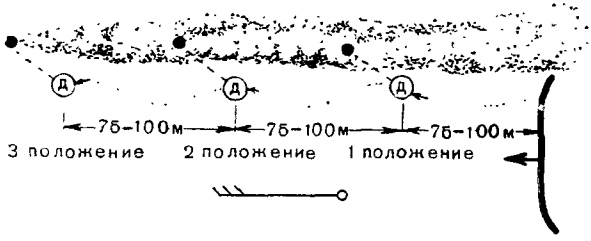


Рис. 76. Маскировка фланга при встречном ветре

Все описанные способы применения ручных дымовых гранат и дымовых шашек и приемы постановки дымовых завес при помощи их пригодны для подразделений почти всех родов войск. Ими могут пользоваться в полевой обстановке и в значительной мере в уличных боях стрелки, артиллеристы, саперы, огнеметчики и др.

Постановка дымовых завес в подразделениях производится по командам или сигналам соответствующих командиров.

§ 61. ПРИМЕНЕНИЕ РУЧНЫХ ДЫМОВЫХ ГРАНАТ И ДЫМОВЫХ ШАШЕК В ТАНКОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ

Опыт Великой Отечественной войны показал, что при ведении боя в глубине обороны противника танковым подразделениям целесообразно использовать дымовые средства для прикрытия выполнения боевых приемов, маскировки ремонта и эвакуации машин с поля боя, имитации горения танков.

В боекомплекте каждого танка или самоходно-артиллерийской установки во время войны находились две большие дымовые шашки, две шашки ДМ-11 и шесть ручных дымовых гранат черного и белого дыма.

При отсутствии танкового дымового прибора (ТДП) взамен БДШ на танк выдавалось четыре-шесть дымовых шашек ДМ-11 и 12 ручных дымовых гранат.

Дымовые средства, находящиеся в боекомплекте танка (самоходно-артиллерийской установки), предназначены главным образом для дымового прикрытия боевых приемов при ведении боя в глубине обороны противника.

Используя эти дымовые средства, каждый танк или самоходно-артиллерийская установка может ставить подвижные и неподвижные дымовые завесы.

Подвижные дымовые завесы создаются на ходу танка при помощи больших дымовых шашек, установленных на танковом дымовом приборе. Для постановки фронтальной дымовой завесы при ветре на противника требуется 3—4 танка на 1 *км* фронта.

Неподвижные дымовые завесы ставятся при помощи шашек ДМ-11 или ручных дымовых гранат, выбрасываемых из танка через аварийный или башенный люк, или при помощи больших дымовых шашек, сбрасываемых с танкового дымового прибора на указанном рубеже.

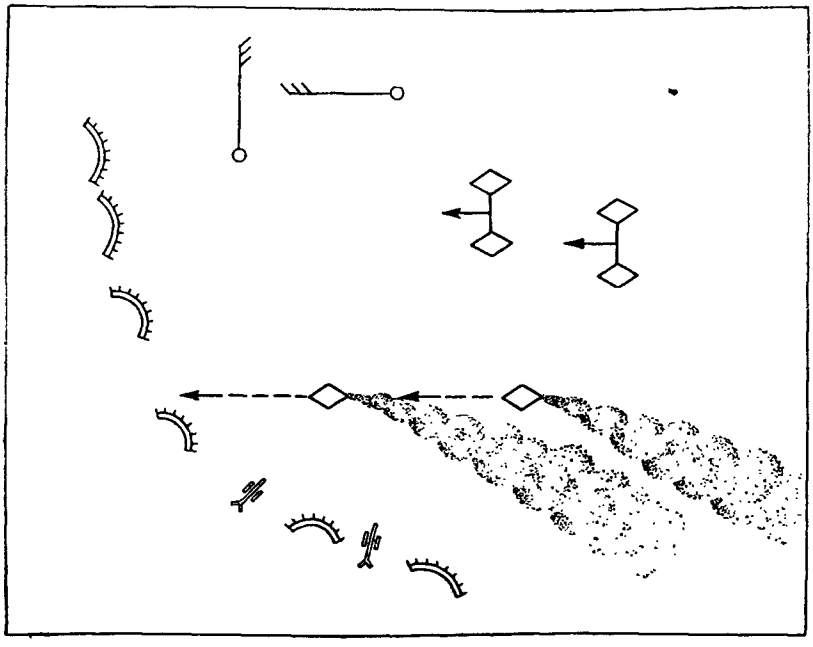


Рис. 77. Прикрытие дымом танкового подразделения с фланга (подвижная дымовая завеса ставится при помощи танковых дымовых приборов)

Как подвижные, так и неподвижные дымовые завесы создаются с использованием различных приемов, которые зависят от искусства экипажей и командиров танковых подразделений и умения правильно пользоваться дымовыми средствами.

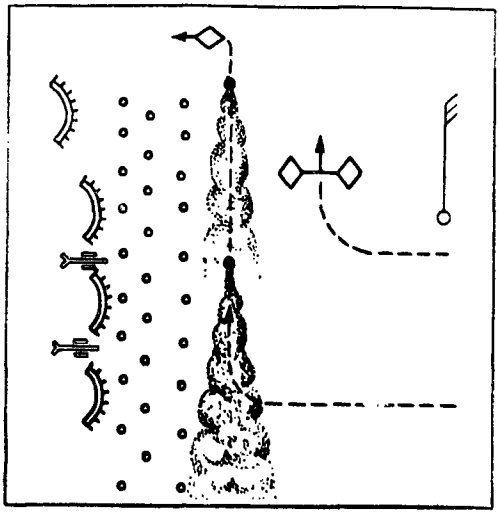


Рис. 78. Прикрытие дымом обхода минного поля (неподвижная дымовая завеса от двух БДШ, сброшенных с танкового дымового прибора)

На рис. 77 и 78 показаны некоторые приемы использования танками дымовых средств.

Имитация пожара в танке осуществляется путем выкладывания ручных дымовых гранат черного дыма на броню танка.

§ 62. ДЫМОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ЧАСТЕЙ И СОЕДИНЕНИЙ

Боевые действия частей и соединений обеспечиваются дымовыми завесами длительными по времени, а протяженность рубежей дымопуска в этом случае достигает нескольких километров.

Естественно, что такие дымовые завесы должны быть заранее подготовлены, а управление ими хорошо организовано.

Для дымового обеспечения боевых действий на фронте в несколько километров могут быть использованы дымовые средства всех родов войск, но мы рассмотрим только постановку маскирующих дымовых завес с применением дымовых шашек, осуществляемую силами пехоты.

Такие дымовые завесы организуются командирами частей и соединений; техническая подготовка и практическое осуществление дымовых завес возлагаются на начальников химической службы.

Подготовка к постановке длительной по времени маскирующей дымовой завесы включает следующие мероприятия:

— выбор рубежа дымопуска и мест разгрузочных пунктов;

— расчет количества дымовых точек и потребного количества шашек;

— расчет сил и средств для подвоза дымовых шашек к разгрузочным пунктам и доставки дымовых шашек на рубеж дымопуска;

— оборудование рубежа дымопуска (дымовых точек);

— организацию связи командного пункта с рубежом дымопуска и организацию управления дымопуском.

Выбор рубежа дымопуска и мест разгрузочных пунктов. Рубеж дымопуска должен проходить по хорошо продуваемой ветром мест-

ности и допускать скрытный подход солдат с дымовыми шашками.

Обычно рубеж дымопуска располагается на линии первой траншеи. Однако, если позволяет обстановка, рубеж дымопуска может располагаться и впереди первой траншеи в 50—70 *м* от нее. Это выгодно с точки зрения уменьшения потерь своих войск, так как при поднятии дыма противник, как правило, открывает усиленный артиллерийский и ружейно-пулеметный огонь по рубежу дымопуска.

Нельзя намечать рубеж дымопуска по резко выделяющимся местным предметам, так как противник заблаговременно может пристрелять этот рубеж.

Разгрузочным пунктом называется место, куда подвозятся дымовые шашки для данного рубежа (или участка рубежа), где шашки подготовляются и откуда они затем доставляются на рубеж дымопуска.

На каждый километр рубежа дымопуска организуется, как правило, один разгрузочный пункт, но иногда в целях ускорения подготовки дымопуска создается два пункта на 1 *км* рубежа дымопуска.

Разгрузочные пункты должны находиться от рубежа дымопуска на расстоянии 300—600 *м*. Они располагаются в боевых порядках войск примерно на линии ротных патронных пунктов.

Разгрузочные пункты должны иметь естественную маскировку от наземного и воздушного противника.

Подготовка шашек ДМ-11 на разгрузочном пункте заключается в том, что их вынимают из ящиков, снимают крышки, вставляют запалы и вновь закрывают шашки крышками. Затем шашки укладывают в вещевые мешки и доставляют на рубеж дымопуска. В один вещевой мешок укладывается не более 8 шашек ДМ-11.

Большие дымовые шашки при подготовке освобождаются от укупорки и приспособляются для перекатывания или переноски. Запальные патроны в БДШ вставляются на разгрузочном пункте.

Расчет количества дымовых точек и потребного количества шашек. Количество дымовых точек на рубеже дымопуска может быть различным и определяется интервалами между точками. Эти интервалы зависят от метеорологических условий и расстояния от рубежа дымопуска до противника.

При расчете количества дымовых точек необходимо пользоваться следующими данными, установленными на опыте Великой Отечественной войны. Интервалы между дымовыми точками устанавливаются: при попутном (фронтальном) ветре 30—40 *м*; при косом ветре 50—60 *м*; при фланговом ветре 100—150 *м*.

Количество дымовых точек (n) определяется как частное от деления длины рубежа дымопуска на величину установленного интервала между дымовыми точками

$$n = \frac{L}{l}, \qquad (77)$$

где L — длина рубежа дымопуска, *м*;

l — интервал между дымовыми точками, *м*.

Количество шашек, потребное для постановки дымовой завесы (M), зависит от нормы расхода шашек для данных условий, длительности дымопуска, длины рубежа дымопуска и определяется по формуле

$$M = NLT, \tag{78}$$

где M — количество шашек, шт.;
N — норма расхода шашек в штуках на 1 *км* в 1 час;
T — длительность дымопуска, минут;
L — длина рубежа дымопуска, *км*.

Кроме того, необходимо иметь подвижный резерв дымовых шашек, составляющий 10% от рассчитанного количества.

Резерв дымовых шашек необходим на случай замены выбывших шашек и для ликвидации разрывов дымовой завесы.

Кроме расчета количества дымовых точек и потребного количества шашек, необходимо установить:

1) количество шашек на одну дымовую точку на все время дымопуска (m)

$$m = \frac{M}{n}; \tag{79}$$

2) количество очередей на все время дымопуска (O) [1]

$$O = \frac{T}{t}, \tag{80}$$

где T — длительность дымопуска, минут;
t — продолжительность дымообразования шашки, минут;

3) количество шашек, используемых в одной дымовой точке в одну очередь (m_0)

$$m_0 = \frac{m}{O}. \tag{81}$$

Все эти данные необходимы для конкретных указаний командирам подразделений, осуществляющих дымопуск.

Если для дымопуска предполагается использовать различные дымовые шашки, то следует сделать пересчет, как указано в § 52.

Расчет сил и средств для подвоза дымовых шашек к разгрузочным пунктам и доставки дымовых шашек на рубеж дымопуска. Расчет транспортных средств для подвоза дымовых шашек к разгрузочным пунктам производится на основе норм погрузки (табл. 20).

---

[1] Очередь определяется продолжительностью дымообразования одной шашки.

Таблица 20

Нормы погрузки дымовых шашек и ручных дымовых гранат

Транспортные средства	Перевозимые средства			
	шашки ДМ-11 по 20 шт. в ящике (старая укладка)	шашки ДМ-11 по 12 шт. в ящике	шашки БДШ в укупорке	ручные дымовые гранаты по 48 шт. в ящике
3-*т* грузовой автомобиль	50 ящиков	80 ящиков	70 шт.	60 ящиков
1,5-*т* грузовой автомобиль	25 „	40 „	30 „	30 „
Парная повозка	7 „	11 „	10 „	10 „
Одноконная повозка	3 ящика	5 „	5 „	5 „

Для расчетов по доставке шашек на рубеж дымопуска необходимо знать:

d — расстояние от разгрузочного пункта до рубежа дымопуска, *км*;

v — скорость передвижения подносчика, *км/час*;

p — количество шашек, доставляемых одним подносчиком за один рейс, шт.;

D — протяженность рейса, *км*.

Рейсом называется удвоенное расстояние между разгрузочным пунктом и рубежом дымопуска, т. е.

$$D = 2d.$$

Средняя скорость подносчика 2 *км/час*.

Один подносчик за один рейс может доставить:

Шашек ДМ-11	10 шт.	(8 шт. в вещевом мешке и 2 шт. в руках)
Ручных дымовых гранат	30 шт.	
Шашек БДШ	1 шт.	(путем перекатывания)
Шашек БДШ	0,5 шт.	(одну шашку переносят за ручки или на шесте два человека)

В ряде случаев дымовые шашки подносят в ящиках (два человека на один ящик дымовых шашек или ручных дымовых гранат).

Расчеты производятся по формулам:

1) количество рейсов (K)

$$K = \frac{m}{p}; \tag{82}$$

2) продолжительность рейса в часах (τ)

$$\tau = \frac{D}{v}; \tag{83}$$

3) количество человеко-рейсов (S)

$$S = Kn. \tag{84}$$

Оборудование рубежа дымопуска. Рубеж дымопуска представляет собой совокупность дымовых точек, которые в условиях воздействия артиллерийского и ружейно-пулеметного огня противника должны обеспечить бесперебойный дымопуск в течение необходимого времени. Следовательно, каждая дымовая точка должна быть оборудована с таким расчетом, чтобы укрыть от огня солдата и его дымовые средства.

При расположении рубежа дымопуска впереди первой траншеи каждый солдат отрывает для себя одиночный окоп (лежа, с колена или стоя — в зависимости от времени, отведенного на подготовку дымопуска), а шашки сжигает на берме (площадке размером $1 \times 0{,}3$ *м*) или на бруствере окопа. На берме или бруствере устанавливается только такое количество шашек, которое подлежит использованию в одну очередь, причем расстояние между шашками должно быть не меньше диаметра шашки; при более плотном расположении шашек воспламенение одной из них неизбежно будет вызывать воспламенение остальных.

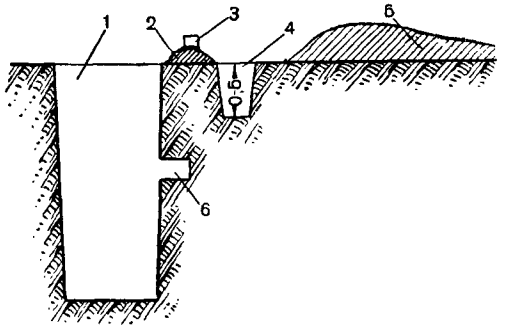


Рис. 79. Дымовая точка с ровиком (разрез): *1* — окоп (траншея); *2* — валик; *3* — шашки; *4* — ровик; *5* — бруствер; *6* — ниша для хранения шашек

Для хранения шашек в окопе отрывается ниша, по размерам достаточная для укладки шашек.

Если дымовые точки располагаются в траншее, то для установки шашек на берме устраиваются площадки размером $1 \times 0{,}3$ *м*, а в передней стенке траншеи отрываются ниши для хранения шашек.

В ряде случаев, например, при действиях передовых батальонов, когда в их состав входят танки и самоходно-артиллерийские установки, может возникнуть необходимость быстрого и одновременного прекращения дыма на отдельных участках или на всем рубеже дымопуска, так как действия танков и самоходно-артиллерийских установок в дыму затруднены.

В таких случаях дымовые точки должны быть дополнительно оборудованы ровиками для сбрасывания и засыпки грунтом шашек.

При оборудовании дымовой точки ровиком бруствер устраивается на 0,75 *м* дальше обычного расстояния от окопа (траншеи), как показано на рис. 79.

Из рис. 79 видно, что ровик отрывается рядом с бруствером, а вынутый грунт укладывается в виде валика вдоль ровика со стороны, ближайшей к солдату, находящемуся в окопе (траншее).

Размеры ровика при использовании шашек ДМ-11 следующие:

Длина	25 m_0 *см*, где m_0 — число шашек, используемых в одну очередь в каждом очаге
Ширина	25 *см*
Глубина	50 *см*

При таком оборудовании дымовой точки шашки устанавливаются и сжигаются на валике и в случае сигнала «Прекратить дымопуск» лопатами сбрасываются в ровик и засыпаются землей, из которой состоит валик.

Если к моменту догорания действующей очереди шашек сигнала «Прекратить дымопуск» не последовало, то сгоревшие шашки сбрасываются с валика вправо и влево, а на валике устанавливается и приводится в действие новая очередь шашек.

Многочисленными опытами установлено, что прекращение дымопуска при помощи засыпания шашек осуществляется за 5—6 секунд с момента подачи сигнала на прекращение дымопуска.

Следует отметить, что прекращение дымопуска («тушение» шашек) происходит в результате поглощения дыма грунтом, которым засыпаны продолжающие действовать шашки.

Наиболее легко «тушатся» дымовые шашки ДМ-11. Шашки с металлохлоридными смесями «потушить» трудно, так как вследствие высокой температуры и большой скорости выхода дыма он «пробивает» грунтовую засыпку.

Организация связи и управления дымопуском. Безотказно действующая связь и четкое управление дымопуском являются необходимыми условиями успешного применения маскирующих дымов, особенно на широком фронте.

Для организации управления дымопуском рубеж делится на участки длиной не более 1 *км*. На каждый участок назначается подразделение во главе с офицером. Целесообразно эти подразделения выделять из состава тех войск, перед фронтом которых будет производиться дымопуск; тогда после дымопуска солдаты могут участвовать в боевых действиях подразделений, из состава которых они выделены.

При такой организации дымопуска начальник химической службы без затруднений может использовать общевойсковую связь (радио и телефон) в звене полк — батальон и телефон в звене батальон—рота. Командиры подразделений, из которых выделены солдаты для дымопуска, используют для связи с начальником химической службы средства связи рот и батальонов.

Для управления дымопуском устанавливаются сигналы начала дымопуска («Дым») и прекращения дымопуска («Прекратить дым»).

Управление дымопуском на всем рубеже осуществляется начальником химической службы с командного пункта командира части по радио или телефону при помощи таблицы сигналов. В таблице указывается содержание каждой команды (сигнала), условное обо-

значение ее и позывные, установленные для всех участков рубежа дымопуска.

На отдельных участках рубежа дымопуска управление дымопуском осуществляют командиры подразделений, выделенных для этой работы. При этом, как правило, в основу кладется принцип: «Делай, как я».

По указанному принципу сигналом начала дымопуска на участке служит появление дыма от шашек центральной дымовой точки, у которой находится командир подразделения. Сигналом конца дымопуска является прекращение выделения дыма на той же дымовой точке.

Если по условиям местности на участке не представляется возможным выбрать место для центральной дымовой точки, видимое всеми солдатами, работающими по дымопуску, то командир подразделения устанавливает для управления дымопуском световые сигналы и указывает место, откуда сигналы будут подаваться.

Резерв дымовых шашек, предназначенный для закрытия разрывов в дымовой завесе в случае выбытия из строя отдельных точек или изменения условий погоды, целесообразно передавать в распоряжение командиров подразделений и располагать против середины и позади каждого участка рубежа дымопуска.

§ 63. ПРИМЕР НА ОРГАНИЗАЦИЮ ДЫМОВОЙ ЗАВЕСЫ

Начальник химической службы Н-ского стрелкового полка получил приказание организовать дымовую завесу для прикрытия занятия полком исходного положения для наступления. Фронт дымопуска 2,4 *км*. Продолжительность дымопуска 30 минут.

На основе метеорологических данных и своих наблюдений начальник химической службы полка установил, что общие условия погоды средние; ветер — косой на противника. Норма расхода дымовых шашек ДМ-11 в таких условиях: 600 шашек на 1 *км* фронта в 1 час (см. табл. 18); интервалы между дымовыми точками 50 *м*.

Приняв решение разбить весь рубеж дымопуска на три участка и наметив места расположения трех разгрузочных пунктов (по одному на участок), начальник химической службы полка по карте определил расстояние от разгрузочных пунктов до рубежа дымопуска. В среднем это расстояние оказалось равным 500 *м*.

Пользуясь известными ему данными, начальник химической службы производит расчет средств дымопуска.

По формуле (77) определяется количество дымовых точек

$$n = \frac{L}{l} = \frac{2400}{50} = 48.$$

По формуле (78) определяется количество шашек, потребное для постановки дымовой завесы

$$M = NLT = 600 \cdot 2{,}4 \cdot 0{,}5 = 720.$$

К этому количеству шашек необходимо прибавить 10% резерва, что округленно составит 80 шашек. Таким образом, общая потребность в шашках (с резервом) выразится в количестве 800 шт. (720 + 80).

Количество шашек на одну дымовую точку на все время дымопуска находится по формуле (79)

$$m = \frac{M}{n} = \frac{720}{48} = 15.$$

Количество очередей на все время дымопуска определяется по формуле (80)

$$O = \frac{T}{t} = \frac{30}{6} = 5.$$

Количество шашек, используемых в одной дымовой точке в одну очередь, находится по формуле (81):

$$m_0 = \frac{m}{O} = \frac{15}{5} = 3.$$

Если шашки будут подвозиться к разгрузочным пунктам средствами полка, то определяется потребное количество транспортных средств.

Согласно нормам погрузки (табл. 20) для перевозки 800 шашек (в ящиках) требуется одно из нижеперечисленных транспортных средств:

Грузовых 3-*т* автомобилей	1
Грузовых 1,5-*т* автомобилей	2
Парных повозок	6
Одиночных повозок	13

Затем начальник химической службы производит расчет количества людей и времени, потребных для обеспечения подготовки и проведения дымопуска.

Для руководства подготовкой и проведением дымопуска на каждый участок рубежа дымопуска требуется один офицер, а всего требуется три офицера.

Для оборудования и обслуживания дымовых точек (по одному солдату на точку) требуется 48 солдат. В состав резерва необходимо назначить 8—9 солдат (из расчета на одного солдата по 10 резервных шашек).

Для работы по оборудованию трех разгрузочных пунктов, разгрузке и выдаче шашек необходимо иметь 9 солдат (по три солдата на каждом пункте; для этой временной работы целесообразно использовать резервных солдат).

По формуле (82) определяется количество рейсов

$$K = \frac{m}{p} = \frac{15}{10} \simeq 2.$$

По формуле (83) определяется продолжительность рейса

$$\tau = \frac{D}{v} = \frac{1}{2} = 0{,}5 \text{ часа, или 30 минут.}$$

По формуле (84) определяется количество человеко-рейсов

$$S = Kn = 2 \cdot 48 = 96.$$

Таким образом, для доставки всех шашек с разгрузочного пункта на рубеж дымопуска за один рейс требуется 96 солдат, включая в это число и солдат, выделенных для постановки дымовой завесы.

Для доставки шашек на рубеж дымопуска начальник химической службы должен, как правило, использовать солдат, выделенных для постановки дымовой завесы, и только в случае крайней необходимости просить о выделении специальных подносчиков.

В нашем примере подноску дымовых шашек могут осуществить за два рейса солдаты, выделенные для постановки дымовой завесы.

Расчет времени на подготовку дымопуска производится на основе следующих соображений:

1) рекогносцировка рубежа дымопуска и постановка задач командирам подразделений, назначенных для постановки дымовой завесы, потребует около 1 часа;

2) подготовка шашек на разгрузочном пункте займет 15 минут.

3) доставка шашек на дымовые точки в два рейса отнимет 1 час.

4) на самоокапывание солдат, работающих с шашками, и на оборудование дымовых точек уйдет не менее 30 минут.

Таким образом, на подготовку дымовой завесы необходимо около 2 час. 45 мин.

В случае необходимости время на подготовку можно сократить за счет исключения рекогносцировки и при организации подноски шашек специально выделеиными подносчиками.

На основе произведеиных расчетов начальник химической службы готовит доклад-справку и докладывает свои соображения командиру полка.

После утверждения командиром полка доклада начальника химической службы отдается боевое распоряжение на дымопуск, которое содержит следующие пункты:

— задача применения дыма;
— рубеж дымопуска и его размеры; продолжительиость дымопуска;
— количество дымовых точек и интервалы между ними;
— порядок сжигания шашек (режим дымопуска);
— лица, ответственные за выполиение задачи по дымопуску;
— количество выделяемых людей; от кого, когда, на сколько времеии и в чье распоряжеиие они выделяются;
— места разгрузочных пунктов;
— порядок доставки дымовых шашек на разгрузочные пуикты и рубеж дымопуска;
— сигналы управления: кем, когда, откуда они подаются.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация дымовых завес по назначеиию и способу их выполнения.
2. Какие дымовые средства используются для создания ослепляющих дымовых завес?
3. Какие дымовые средства применяются при постановке маскирующих дымовых завес?
4. Как организуется дымовая маскировка в отделении, взводе, роте?
5. Что такое рубеж дымопуска и дымовая точка?
6. Нормы расхода дымовых шашек при различных условиях дымопуска.
7. Для чего предназначается резерв дымовых шашек?
8. Как организуется управление дымопуском на рубеже большого протяжения и на отдельиых участках рубежа?

ГЛАВА X

ДЫМОВАЯ МАСКИРОВКА ТЫЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

§ 64. НАЗНАЧЕНИЕ ДЫМОВОЙ МАСКИРОВКИ ТЫЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Во время Великой Отечественной войны дымовая маскировка различных военных и промышленных объектов войскового и глубокого тыла (переправ, мостов, промышленных предприятий, железнодорожных станций и др.) играла значительную роль.

Дымовая маскировка служит средством усиления противовоздушной обороны тыловых объектов и применяется независимо от количества активных средств (зенитной артиллерии, истребительной авиации), имеющихся в системе обороны объекта.

Основная цель задымления тыловых объектов заключается в том, чтобы исключить или затруднить возможность прицельного

бомбометания для авиации противника, если последняя прорвется к объекту через заградительный огонь зенитной артиллерии.

Об эффективности дымовой маскировки в системе противовоздушной обороны свидетельствуют данные о том, что среднее количество попаданий в цель, по опыту войны, составляет лишь 0,16% от общего количества бомб, сброшенных на задымленные объекты.

§ 65. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЗАДЫМЛЕНИЯ ТЫЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Главным принципом задымления тыловых объектов следует считать своевременность маскировки их от авиации противника.

Своевременность задымления зависит от постановки службы воздушного наблюдения, оповещения и связи в системе противовоздушной обороны тылового объекта и от организации управления дымопуском.

Одним из важных условий дымовой маскировки является задымление площади, значительно превосходящей по размерам площадь маскируемого объекта. Например, при задымлении мостов, железнодорожных узлов, станций снабжения, портов, складов, заводов, электростанций и других промышленных объектов задымляемая площадь в 10—15 раз, а площадь размещения дымовых точек в 5—10 раз должны превышать по размерам площадь самого объекта. Для очень крупных объектов, например городов, эти соотношения будут меньшими.

Дымом должен быть замаскирован не только самый объект, но и ближайшие местные предметы (перекрестки дорог, озера, острова, мосты и т. д.), могущие служить для авиации противника ориентирами при определении места расположения объекта. Маскируемый объект не должен находиться в центре задымляемой площади.

Задымление тыловых объектов применяется не только в светлое время суток, но и ночью, так как противник, используя осветительные средства, может видеть объекты и в отсутствии достаточного естественного освещения.

При маскировке тыловых объектов в большинстве случаев не требуется создавать плотный дым, а достаточно получить сплошную дымку.

Для задымления тыловых объектов используются специальные дымовые подразделения и части. Один дымовой батальон может задымить площадь до 25 $км^2$.

Средствами задымления тыловых объектов являются главным образом дымовые машины (АРС) и бочки, приспособленные для дымопуска. Дымовые шашки и подручные дымовые средства играют вспомогательную роль.

Дымовые точки при задымлении тыловых объектов должны быть оборудованы в инженерном отношении так, чтобы укрыть дымовые средства и обслуживающих их людей от осколков авиационных бомб и артиллерийских снарядов.

В зимнее время дымовые точки необходимо отеплять; в особенности это относится к точкам, где установлены средства, работающие на дымовой смеси С-4, так как выпадающий при низких температурах из дымовой смеси кристаллический осадок может забить распылители и затруднить дымопуск.

§ 66. БОЕВЫЕ ПОРЯДКИ ПРИ ЗАДЫМЛЕНИИ ТЫЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Системой размещения дымовых точек определяется боевой порядок дымовой части (подразделения) при задымлении тыловых объектов. Применяют следующие боевые порядки: «кольцевой» и «по площади». В некоторых случаях применяется комбинация этих боевых порядков, такой боевой порядок называется «комбинированным».

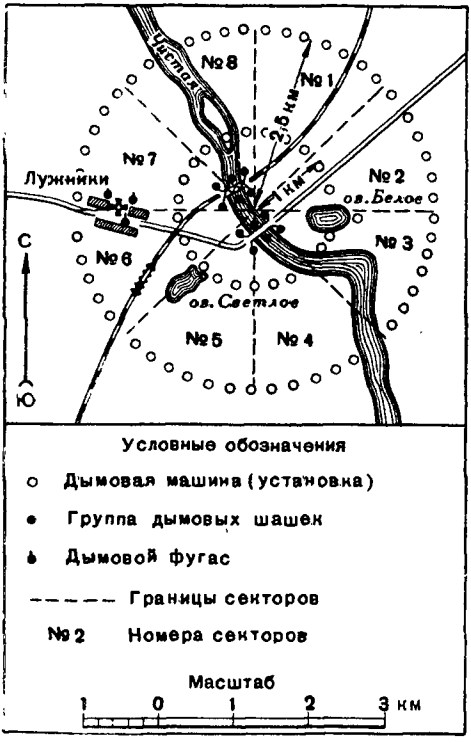


Рис. 80. „Кольцевой" боевой порядок

«Кольцевой» боевой порядок (рис. 80) предусматривает такое размещение дымовых точек относительно маскируемого объекта, когда они располагаются на определенных замкнутых рубежах, представляющих собой концентрические кольца. Кольцевых рубежей может быть от одного до трех. Первый (внутренний) кольцевой рубеж дымопуска должен отстоять от центра маскируемого объекта на расстоянии до 1 *км*. Последующие кольцевые рубежи должны быть удалены один от другого по радиусу на 1—2 *км*. Интервалы между дымовыми точками на кольцевых рубежах дымопуска — 100—250 *м*.

Для ускорения задымления объекта между внутренним кольцом и объектом, на расстоянии не более 500 *м* от последнего, создается вспомогательный кольцевой рубеж из шашек с интервалами между дымовыми точками до 100 *м*.

Если маскируемый объект имеет большую высоту, то вокруг него, на расстоянии 100—200 *м*, целесообразно устанавливать дымовые фугасы, дающие при подрыве высокое дымовое облако; это облако будет прикрывать объект до подхода дымовой волны с основного рубежа дымопуска.

Для удобства управления дымопуском вся система задымления при «кольцевом» боевом порядке разбивается на восемь секторов, которые нумеруются в порядке, указанном на рис. 80.

«Кольцевой» боевой порядок может применяться на относительно ровной и хорошо продуваемой местности для дымовой маскировки одиночных объектов, причем размеры задымляемой площади не должны превышать 20 *км*^{2}.

Рис. 81. Боевой порядок „по площади"

Боевой порядок «по площади» (рис. 81) предусматривает приблизительно равномерное размещение дымовых точек по всей задымляемой площади. Для этого всю площадь разбивают на участки («квадраты») размером приблизительно по 4 *км*^{2}. Для удобства управления дымопуском участки («квадраты») нумеруют. На каждом «квадрате» устанавливают 20—40 дымовых точек из дымовых машин или приборов. Если средствами дымопуска будут шашки или подручные дымовые средства, то количество дымовых точек должно быть удвоено.

Боевой порядок «по площади» применяется в условиях, когда «кольцевой» боевой порядок не обеспечивает надежности задымления, а именно:

1) на местности, резко пересеченной или изобилующей рощами, постройками, сооружениями и другими местными предметами, спо-

собствующими созданию завихрений и обусловливающими местные изменения направления ветра;

2) на любой местности при задымлении площади размером более 20 *км*^{2};

3) при штиле или слабых ветрах.

«Комбинированный» боевой порядок применяют тогда, когда одновременно задымляется несколько объектов, расположенных в одном районе на небольшом расстоянии (3—4 *км*) один от другого. Вокруг каждого объекта создаются кольцевые рубежи, а на всей остальной местности в районе объектов дымовые точки располагаются боевым порядком «по площади».

Боевой порядок устанавливается командиром дымовой части и утверждается начальником (командиром) противовоздушной обороны тылового объекта.

§ 67. НОРМЫ РАСХОДА ДЫМОВЫХ СРЕДСТВ ПРИ ЗАДЫМЛЕНИИ ТЫЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Расход дымовых средств для маскировки тыловых объектов зависит от условий погоды, времени года и суток, размера задымляемой площади и принятого боевого порядка.

Влияние условий погоды на создание дымовых завес при маскировке тыловых объектов сказывается несколько по-иному, чем в случае применения дыма для маскировки войск от наземного противника. Так, например, если конвекция при маскировке от наземного противника относится к неблагоприятным условиям, то при задымлении тыловых объектов она способствует более надежной маскировке высоких сооружений. В то же время сильный ветер вызывает увеличение расхода дымовых средств в еще большей степени, чем при маскировке от наземного противника.

В холодное время года, например зимой, расход дымовых средств всегда выше, чем летом; особенно это касается дымовой смеси С-4, которая в условиях низких температур плохо испаряется и образует слабый дым. В зимнее время расход дымовой смеси С-4 увеличивается вдвое. Для задымления объектов ночью расходуется дымовых средств на 30—40% меньше, чем днем. При больших размерах задымляемой площади норма расхода дымовых средств может быть уменьшена. В смысле расхода дымовых средств наиболее выгоден боевой порядок «по площади».

Для определения расхода дымовых средств приняты следующие ориентировочные нормы:

1) дымовой смеси С-4 требуется 1,5—2 *т* на 1 час на 1 *км*^{2} задымляемой площади (при температуре выше нуля);

2) дымовых шашек ДМ-11 требуется 14—24 шт. на 1 час на одну дымовую точку (по две-три шашки в одну очередь на дымовую точку при 7—8 очередях в час);

3) подручных дымовых средств требуется 3—5 *м*^{3} на 1 час на 1 *км*^{2} задымляемой площади.

Эти нормы являются расчетно-ориентировочными; они применимы в условиях, когда в районе задымления скорость ветра находится в пределах 3—5 *м/сек*.

При расчете нужно также учитывать резерв: 150 шашек ДМ-11 на 1 $км^2$ задымляемой площади.

§ 68. ПОРЯДОК РАБОТЫ ДЫМОВЫХ ТОЧЕК И РЕЖИМ ДЫМОПУСКА

Для обеспечения задымления тылового объекта должны быть установлены порядок работы дымовых точек и режим дымопуска.

Порядок работы дымовых точек определяет, какие именно точки и в течение какого времени должны участвовать в создании дымовой завесы для маскировки объекта.

Режим дымопуска обусловливает характер работы дымовых точек, действующих во время задымления тылового объекта.

Режим дымопуска может быть «непрерывный» и «пульсирующий».

При «непрерывном» дымопуске работающие точки действуют (создают дым) непрерывно в течение всего времени задымления.

При «пульсирующем» дымопуске работающие дымовые точки действуют с перерывами; например, для первоначального быстрого и надежного задымления тылового объекта точки дымят непрерывно в течение первых 10—15 минут, затем выключаются, а после двух-трехминутного перерыва вновь включаются и для дальнейшего поддержания дымовой маскировки объекта работают с режимом: 2—3 минуты — дымопуск, 2—3 минуты — перерыв.

Порядок работы дымовых точек и режим дымопуска зависят от условий погоды, времени года и суток, боевого порядка и определяются командиром дымовой части (подразделения), который при этом должен соблюдать некоторые общие правила. Например, при «кольцевом» боевом порядке в дымопуске участвуют обычно только дымовые точки, расположенные в трех секторах с наветренной стороны от объекта, а режим дымопуска применяется «непрерывный». При задымлении с боевым порядком «по площади» в начале дымопуска работают все точки; затем дымовые точки части подветренных (по отношению к объекту) участков («квадратов») выключаются, а оставшиеся продолжают действовать с «пульсирующим» режимом.

При сильных ветрах «пульсирующий» дымопуск не пригоден, а в тихую погоду он позволяет с малым расходом дымовых средств достаточно надежно маскировать тыловой объект от авиации противника.

§ 69. ОРГАНИЗАЦИЯ ДЫМОВОЙ МАСКИРОВКИ ТЫЛОВОГО ОБЪЕКТА

Организация задымления тылового объекта возлагается на командира дымовой части.

Задачу по дымовой маскировке командир дымовой части получает от начальника (командира) противовоздушной обороны тыло-

вого объекта или от общевойскового командира, которому непосредственно подчиняется командир дымовой части.

Уяснив задачу, командир дымовой части оценивает обстановку, проводит рекогносцировку района задымления, уточняет вопросы взаимодействия с другими частями противовоздушной обороны и принимает решение по дымовой маскировке объекта (определяет боевой порядок и места расположения командных пунктов, организует связь и управление дымопуском, организует боевое обеспечение и снабжение дымовыми средствами). После этого командир дымовой части докладывает непосредственному начальнику о боевых возможностях своей части и принятом решении и представляет на утверждение схему боевого порядка.

После утверждения непосредственным начальником доклада и схемы командир дымовой части отдает боевой приказ, который обычно содержит следующие пункты:

— краткие сведения о возможных действиях авиации противника при атаках объекта;

— задачи дымовой части, время готовности к задымлению;

— сведения о взаимодействующих соседях;

— краткая формулировка решения командира части по дымовой маскировке;

— задачи подразделениям, их боевые порядки, запас дымовых средств на точках и порядок пополнения дымовыми средствами;

— состав и место расположения резерва дымовых средств и порядок его использования;

— место расположения и время готовности технической базы дымовой части;

— организация связи и оповещения, сигналы управления дымопуском;

— место и время готовности командных пунктов (основного и запасного);

— заместители командира дымовой части.

На основе боевого приказа строится боевой порядок и приводятся в боевую готовность средства задымления тылового объекта.

На командных пунктах дымовой части и подразделений устанавливается непрерывное дежурство офицеров. Организуется регулярное метеорологическое наблюдение.

На каждой дымовой точке должна быть инструкция с указанием задачи, порядка и режима работы данной точки во время дымопуска и правил поведения расчета на случай аварии или выбытия из строя дымовых средств.

Личный состав расчетов должен безотлучно находиться на дымовых точках и поочередно нести круглосуточное дежурство.

На дымовых точках, следовательно, должны иметься: помещение для расчета, вымпел для определения направления ветра, песочные часы для отсчета времени при «пульсирующем» дымопуске и средство для подачи звуковых сигналов.

§ 70. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ ДЫМОПУСКОМ

Связь при задымлении тыловых объектов должна быть надежно действующей и непрерывной. Она устанавливается на общих основаниях: от высшей инстанции к низшей, за счет средств высшей инстанции.

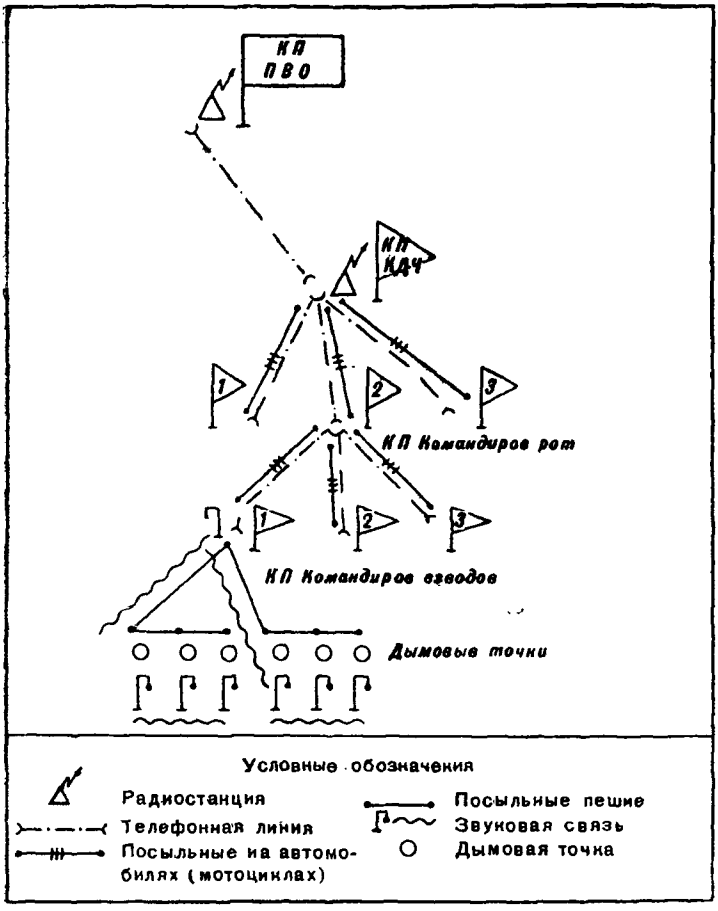


Рис. 82. Примерная схема организации связи при задымлении тылового объекта

Насыщенность техническими средствами связи (радио, телефон) войск Советской Армии и народного хозяйства позволяет организовать связь для обеспечения задымления по примерной схеме, которая приведена на рис. 82.

Как видно из этой схемы, надежность связи должна обеспечиваться дублированием. Так, например, связь между командным

пунктом противовоздушной обороны и командным пунктом командира дымовой части поддерживается при помощи радио и телефона; в звеньях командир части — командиры рот и командир роты — командиры взводов связь поддерживается по телефону и посыльными на автомобилях или мотоциклах; в звене взвод — дымовые точки связь осуществляется при помощи звуковой сигнализации, пеших посыльных и в некоторых случаях — телефона.

Управление дымопуском должно обеспечивать своевременность и надежность дымовой маскировки тылового объекта, правильность использования резерва, быструю замену выбывших из строя дымовых точек и взаимодействие с другими средствами противовоздушной обороны объекта.

Командные пункты командира дымовой части и командиров подразделений (рот, взводов) необходимо располагать с расчетом возможности наблюдения за соответствующими районами задымления.

Сигналы управления дымопуском («Подготовиться к дымопуску», «Дым» и «Прекратить дым»), как правило, подаются по приказанию начальника (командира) противовоздушной обороны тылового объекта.

Сигнал «Подготовиться к дымопуску» подается, когда авиация противника появляется на дальних подступах к объекту и в системе противовоздушной обороны объявляется положение № 1. По этому сигналу расчеты дымовых точек приводят дымовые средства в состояние готовности к немедленному дымопуску.

В условиях войскового тыла или напряженной воздушной обстановки дымовые средства должны постоянно находиться в полной готовности к немедленному поднятию дыма.

Сигнал «Дым» подается при появлении авиации на ближних подступах к объекту с расчетом своевременного задымления объекта до подхода к нему самолетов противника. По этому сигналу дымовые точки немедленно начинают дымопуск.

Сигнал «Прекратить дым» подается по окончании налета авиации и миновании опасности его повторения. По этому сигналу дымовые точки прекращают дымопуск, а личный состав приводит в порядок и пополняет дымовые средства.

§ 71. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ДЫМОВЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДЫМОВОЙ МАСКИРОВКИ ТЫЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Пример 1. Получена задача замаскировать дымом железнодорожный и шоссейный мосты, а также все ориентиры в радиусе 2,5 *км* от них: озера, село, остров на реке и излучину реки (см. рис. 80).

Средства задымления: основные — дымовые машины и бочки, приспособленные для дымопуска; вспомогательные — шашки и дымовые фугасы. Наибольшая продолжительность дымопуска 3 часа.

Решение задачи

1. Определим площадь задымления (S):

$$S = \pi r_2^2 = 3{,}14 \cdot 2{,}5^2 = 19{,}6 \ км^2.$$

2. Установим боевой порядок. Для площади до 20 $км^2$ можно принять «кольцевой» боевой порядок с двумя кольцевыми рубежами $r_1 = 1$ *км*, $r_2 = 2{,}5$ *км*.

3. Определим общую протяженность кольцевых рубежей (L):

$$L = 2\pi (r_1 + r_2) = 2 \cdot 3{,}14 (1 + 2{,}5) = 22 \text{ км}.$$

4. Подсчитаем потребное количество основных дымовых точек (N), принимая интервалы (l) между дымовыми машинами (установками) в 125 *м*

$$N = \frac{L}{l} = \frac{22}{0{,}125} = 176.$$

На каждый из восьми секторов приходится 22 точки. В резерв требуется 10—15 машин.

5. Определим расход дымовой смеси С-4 за 3 часа дымопуска. Установим, что первые 10 минут будут работать все точки, а последующие 170 минут — только точки, расположенные в трех наветренных секторах, т. е. 66 точек; каждая точка в минуту расходует 7 *кг* дымовой смеси.

Тогда

$$Q = qN\left[t + \frac{3}{8}(T - t)\right] = 7 \cdot 176\left[10 + \frac{3}{8}(180 - 10)\right] = 91\,168 \text{ кг} = 91{,}2 \text{ т},$$

где Q — расход дымовой смеси за 3 часа дымопуска, *кг*;

q — расход дымовой смеси дымовой точкой в 1 минуту, *кг*;

N — количество дымовых точек, шт.;

T — продолжительность дымопуска, минут;

t — время, в течение которого работают все дымовые точки, минуты.

6. Определим средний часовой расход дымовой смеси (Q_1) на всю площадь задымления:

$$Q_1 = \frac{Q}{T} = \frac{91{,}2}{3} \approx 30{,}4 \text{ т/час}.$$

7. Определим средний расход дымовой смеси на 1 $км^2$/*час* (Q_0)

$$Q_0 = \frac{Q}{S} = \frac{30{,}4}{19{,}6} = 1{,}55 \text{ т/час} \cdot \text{км}^2.$$

Как видно, Q не выходит из пределов установленных норм (1,5—2 *т/час · км²*).

8. Подсчитаем потребное количество шашек (m) для расхода на вспомогательных точках на одно задымление, если:

а) количество дымовых точек $n = 12$ (см. рис. 80);

б) время действия дымовых точек $t = 10$ минут (устанавливаем);

в) время действия одной очереди $t_0 = 5$—7 минут (данные по шашкам ДМ-11);

г) количество шашек, используемых в одной точке в одну очередь: $m_0 = 2 \div 3$ (норма);

тогда

$$m = \frac{m_0 n t}{t_0} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 10}{6} = 60 \text{ шашек}.$$

9. Подсчитаем количество шашек m_1, необходимых в качестве резерва на основных точках. Резерв шашек на каждой основной точке $p = 30$ (приблизительная часовая норма).

Тогда

$$m_1 = pN = 30 \cdot 88 = 2640 \text{ шашек}.$$

10. Определим общее минимальное количество шашек (M), потребное для обеспечения готовности к задымлению:

$$M = m + m_1 = 60 + 2640 = 2700 \text{ шашек}.$$

Пример 2. Получена задача замаскировать дымом объект, состоящий из железнодорожного и шоссейного мостов и складов, а также ориентиры: остров на р. Быстрая, село Быстрица и обе излучины реки (см. рис. 81).

Основные средства задымления — машины и бочки, приспособленные для дымопуска; вспомогательные — шашки и дымовые фугасы. Наибольшая продолжительность дымопуска 3 часа.

Решение задачи

1. Площадь задымления $S = 24$ *км*² (определено по карте и уточнено рекогносцировкой).

2. Боевой порядок — «по площади» (установлен нами исходя из того, что при площадях свыше 20 *км*² «кольцевой» боевой порядок не обеспечит надежности задымления и что отдельные элементы объекта разбросаны на большой площади); площадь задымления состоит из участков, каждый участок имеет размеры $s = 4$ *км*².

3. Подсчитаем потребное количество основных дымовых точек N, учитывая, что на каждом участке необходимо разместить в среднем 20—40 точек (по нормам); устанавливаем $N_0 = 25$.

Тогда

$$N = \frac{SN_0}{s} = \frac{24 \cdot 25}{4} = 150.$$

В резерв требуется 15 машин.

4. Определим расход Q дымовой смеси С-4 за время дымопуска ($T = 3$ часа). Установим, что первые 10 минут (t) работают все точки непрерывно, а остальное время ($T - t$) точки будут «пульсировать», т. е. действовать с режимом 2—3 минуты — дымопуск, 2—3 минуты — перерыв. Отсюда действительный дымопуск в оставшееся время будет продолжаться в течение $\frac{T-t}{2}$ минут. Расход дымовой смеси в минуту на каждой точке q составляет 7 *кг*.

Тогда

$$Q = qN\left(t + \frac{T-t}{2}\right) = qN\frac{T+t}{2} = 7 \cdot 150\,\frac{180+10}{2} = 99\,750\ кг = 99{,}8\ т.$$

5. Определим средний часовой расход Q_1 дымовой смеси на всю площадь задымления

$$Q_1 = \frac{Q}{T} = \frac{99{,}8}{3} = 33{,}3\ \ т/час.$$

6. Определим средний расход дымовой смеси на 1 *км*² в 1 час Q_0:

$$Q_0 = \frac{Q_1}{S} = \frac{33{,}3}{24} = 1{,}39\ \ т/час \cdot км^2.$$

Как видно, Q_0 не выходит из пределов установленных норм (1,5—2 *т/час* · *км*²).

Расчет вспомогательных средств производится так же, как и в примере 1.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основная цель задымления тыловых объектов.
2. Какие основные и вспомогательные средства дымопуска применяются при задымлении тыловых объектов?
3. Какие боевые порядки применяются при задымлении тыловых объектов? Дать краткую характеристику каждого из них.
4. Сколько дымовых точек должно быть размещено на 1 *км* кольцевого рубежа и на одном участке («квадрате») при боевом порядке «по площади»?
5. Какие режимы дымопуска применяются при задымлении тыловых объектов? Охарактеризуйте каждый из них.
6. Нормы расхода дымовых средств; от каких условий зависит расход дымовых средств?
7. Кем и как организуется задымление тылового объекта?
8. Как организуется связь и управление задымлением и какие технические средства связи применяются во всех звеньях?

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ОГНЕМЕТЫ

ГЛАВА XI

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОГНЕМЕТАХ

§ 72. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОГНЕМЕТОВ

Огнеметы могут применяться для уничтожения живой силы, танков и бронемашин противника, выжигания гарнизонов долговременных оборонительных сооружений и поджигания различных построек и сооружений.

Поражение живой силы противника огнеметами достигается действием струи горящей жидкости. Кроме того, горящая струя своим видом, излучаемым теплом и дымом оказывает на противника сильное моральное воздействие, понижая его боеспособность. Так как температура пламени струи достигает 800—1400° С, то ожога бывает вполне достаточно для вывода пораженного из строя. Одежда человека, пораженного огнеметной струей, вспыхивает и горит.

Ценным качеством горящей струи является объемность ее действия; благодаря сильной радиации поражается живая сила, находящаяся на некотором удалении от горящей струи. Ударяясь о препятствие, струя дробится на горящие капли и покрывает огнем некоторую площадь. При этом люди, укрывающиеся от прямого попадания струи в окопах, щелях и других оборонительных сооружениях, но оказавшиеся на покрываемой огнем площади, поражаются.

Огонь как средство поражения живой силы противника стал применяться в войнах с незапамятных времен, задолго до открытия пороха и изобретения огнестрельного оружия.

Вначале средства применения огня по своему устройству были примитивными и далекими от современных огнеметов. Так, например, по дошедшим до нас многочисленным сведениям, в древности при обороне городов использовалась горящая смола, которая в котлах разогревалась на кострах, поджигалась и выливалась на штурмующих.

В дальнейшем средства применения огня постепенно совершенствовались и достигли значительного развития. Однако с распространением огнестрельного оружия замечается упадок в дальнейшем совершенствовании и развитии средств применения огня. И лишь во время первой мировой войны 1914—1918 гг. древние приемы использования огня были воспроизведены на основе достижений современной науки и техники. Так в арсенале вооружения армий появились огнеметы.

В боевых действиях первой мировой войны огнеметы использовались в значительных количествах. На вооружении армий состояли легкие (ранцевые) и тяжелые (траншейные и крепостные) огнеметы.

Как правило, огнеметание производилось под давлением сжатого воздуха или азота. Воспламенение струи достигалось при помощи факельных, терочных и электро-водородных зажигалок. Дальность огнеметания составляла: легких огнеметов 15—25 *м*, тяжелых и крепостных до 100 *м*.

В еще большей степени огнеметы нашли применение во время второй мировой войны. Кроме типов огнеметов, применявшихся еще в войну 1914—1918 гг., во второй мировой войне на вооружении армий состояли танковые огнеметы, а также огнеметы на бронетранспортерах и бронеавтомобилях.

Большое влияние на совершенствование огнеметов оказало развитие их в русской и советской армиях. В русской армии огнеметы появились в 1916 г.; до конца первой мировой войны их было изготовлено промышленностью более 10 000 шт.

Рассмотрим историю отдельных типов огнеметов.

Ранцевые огнеметы. Первый ранцевый огнемет под маркой Т был принят на вооружение русской армии в 1916 г. Выбрасывание огнесмеси в этом огнемете производилось при помощи сжатого воздуха. Так как у огнемета не было редуктора, то давление было переменное и вызывало разную дальность отдельных порций огнесмеси при выстреле. Поджигание струи достигалось при помощи химической зажигалки.

Ранцевый огнемет Т имел ряд недостатков: непостоянную дальность струи, несовершенство зажигалки, большой вес и т. п. Эти недостатки были устранены в первом образце советского ранцевого огнемета (РОКС-1), спроектированного в 1940 г.

Выбрасывание огнесмеси из РОКС-1 производилось при помощи сжатого воздуха с использованием редуктора. Благодаря этому давление при выстреле поддерживалось постоянным и дальность всех частей струи была одинаковой. Поджигание струи осуществлялось при помощи пламени горящей пакли, смоченной в огнесмеси Пакля воспламенялась патрончиком. Резервуар для огнесмеси был плоским в виде ранца. Для направления горящей струи в цель имелось ружье.

Однако огнемет РОКС-1 имел недостатки, а именно:

1) несовершенство зажигалки;

2) малую производительность редуктора и плохое качество его изготовления;

3) разделение спусковых крючков ударного и клапанного механизмов.

После устранения этих недостатков огнемет под названием РОКС-2 был принят на вооружение Советской Армии.

В 1942 г. ранцевый огнемет РОКС-2 был модернизирован и получил название РОКС-3.

В огнемете РОКС-3 по сравнению с РОКС-2 сделан ряд изменений: плоский резервуар заменен цилиндрическим, зажигалка усовершенствована, ударный механизм улучшен, улучшена также герметизация клапана, укорочено ружье.

Фугасные огнеметы. Первый русский и в то же время первый в мире фугасный огнемет СПС поступил на вооружение русской армии в 1917 г. Впервые в этом огнемете для выбрасывания огнесмеси использовались пороховые газы, действующие на поршень, который выталкивал огнесмесь. Зажигание струи производилось терочной зажигалкой. Огнемет закапывался в землю и приводился в действие электрическим током низкого напряжения.

Боевого применения огнемет СПС не имел. В результате полигонных испытаний выявились следующие его недостатки:

1) отказы в зажигании;

2) неравномерная дальность отдельных порций огнесмеси при выстреле;

3) несовершенство конструкции поршня, создающее неудобства в переснаряжении огнемета.

На вооружении Советской Армии фугасные огнеметы поступили в конце 1941 г.

Первый советский фугасный огнемет ФОГ-1 был беспоршневой, однократного действия. Огнесмесь выбрасывалась под действием пороховых газов. Поджигание струи достигалось при помощи зажигательной шашки. Огнемет закапывался в землю и приводился в действие электрическим током низкого напряжения.

Огнемет ФОГ-1 имел две съемные насадки, позволяющие давать огнеметную струю в определенном направлении или покрывать огнем некоторую площадь. В дальнейшем сохранилась лишь одна насадка (брандспойт) направленного действия.

Во время боевого применения в период Великой Отечественной войны у огнемета ФОГ-1 выявились следующие недостатки:

1) затруднение в транспортировке на поле боя;

2) отказы в действии вследствие наличия двух электрозапалов: у порохового заряда и зажигательной шашки;

3) возможность повреждения электропроводки во время артиллерийского обстрела.

Первые два недостатка фугасного огнемета ФОГ-1 были устранены, и в конце 1942 г. на вооружение Советской Армии поступил новый огнемет под названием ФОГ-2.

В огнемете ФОГ-2 зажигательная шашка и пороховой заряд помещались в одном стакане и приводились в действие одним

электрозапалом. Брандспойт был укорочен. Огнемет имел две цапфы с ушками для подвязывания шнура или троса, при помощи которого было возможно его перекатывание по земле.

Во время Великой Отечественной войны способы приведения в действие фугасного огнемета усовершенствовались. Было, например, предложено устанавливать возле огнемета или группы огнеметов специальные мишени, соединенные с пороховым зарядом огнемета стопиновыми нитями или электропроводами с включенной в цепь электробатареей. При прострелe мишеней зажигательной пулей (или обычной пулей) огнеметы могли приводиться в действие. Однако практического применения этот способ не нашел. Наиболее удачной оказалась идея приведения огнемета в действие при помощи патрончика, разбиваемого ударным приспособлением.

В 1944 г. на снабжение огнеметных частей был введен модернизированный упрощенный взрыватель (МУВ), обеспечивающий механическое приведение в действие фугасных огнеметов.

Танковые огнеметы. Предшественниками танковых огнеметов были тяжелые огнеметы. Ценность тяжелых огнеметов была подтверждена опытом их применения в первой мировой войне 1914—1918 гг. Однако вследствие большого веса они применялись главным образом в оборонительном бою.

Установка тяжелых огнеметов на танки позволила более успешно использовать тяжелые огнеметы во всех видах боя.

В период 1930—1932 гг. в СССР была сконструирована и установлена на танкетке Т-27 первая огнеметная аппаратура. Машина получила название ОТ-27.

Выбрасывание огнесмеси из огнемета, установленного на ОТ-27, производилось при помощи сжатого воздуха.

Несколько позже измененная огнеметная аппаратура была установлена на сверхлегком танке Т-37; этот огнеметный танк получил название ОТ-37.

Основным недостатком ОТ-27 и ОТ-37 были малая дальность огнеметания (до 25 *м*) и несовершенство конструкции огнемета.

В 1934 г. на двухбашенном танке Т-26 была установлена новая огнеметная аппаратура; огнеметный танк с такой аппаратурой назывался ОТ-26.

Основное преимущество нового огнеметного танка заключалось в увеличении дальности огнеметания (до 35 *м*) и общего числа огнеметных выстрелов.

В 1937 г. на легкий однобашенный танк Т-26 была установлена улучшенная огнеметная аппаратура, и этот огнеметный танк получил название ОТ-130.

Огнеметный танк ОТ-130 по сравнению с танком ОТ-26 имел бóльшую дальность огнеметания (до 50 *м*) и улучшенную конструкцию огнемета. В огнемете была введена новая, улучшенного типа, электро-бензиновая зажигалка и осуществлена продувка воздухом брандспойта.

В 1939 г. был выпущен огнеметный танк ОТ-133, который отличался от ОТ-130 формой башни, устройством управления огнеметом и другими конструктивными изменениями.

В 1941 г. на вооружение Советской Армии был принят танковый огнемет под названием АТО-41. Этот огнемет был поршневой. Огнесмесь выбрасывалась из него при помощи газов, получаемых от сгорания порохового заряда. Зажигание струи было прежнее (электро-бензиновое). Огнемет АТО-41 имел дальность огнеметания до 120 *м*.

В 1942 г. огнемет АТО-41 был улучшен и в дальнейшем под названием АТО-42 устанавливался на танки. Эти огнеметные танки назывались Т-О34, Т-О34-85 и огнеметный танк КВ-8.

§ 73. ПРИМЕНЕНИЕ ОГНЕМЕТОВ СОВЕТСКОЙ АРМИЕЙ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ 1941—1945 гг.

Советская Армия вступила в Великую Отечественную войну, имея огнеметы, превосходившие по своим боевым свойствам огнеметы иностранных армий. На вооружении Советской Армии находились ранцевые, фугасные и танковые огнеметы. За время войны наши огнеметы значительно усовершенствовались, а масштабы их применения неизмеримо возросли. Советская Армия получила богатейший опыт использования огнеметов, в результате чего выработались определенные взгляды на тактику и технику их применения. Огнеметное оружие оказало существенную помощь нашим войскам в полном разгроме немецко-фашистской армии.

Ниже мы рассмотрим применение отдельных видов огнеметов во время Великой Отечественной войны.

Применение ранцевых огнеметов. Опыт Великой Отечественной войны показал, что ранцевые огнеметы с успехом могут применяться как в наступательном, так и в оборонительном бою. Главное их назначение — поражение живой силы противника, расположенной открыто или находящейся в укрытиях (траншеях, ходах сообщения и различных оборонительных сооружениях). Кроме того, ранцевые огнеметы могут применяться для отражения атак танков и самоходно-артиллерийских установок, с успехом использоваться для уничтожения гарнизонов долговременных оборонительных сооружений и укрепленных зданий в населенных пунктах. В Великой Отечественной войне ранцевые огнеметы применялись также для поджога складов и военного имущества, подлежащего уничтожению.

Огнеметчики, вооруженные ранцевыми огнеметами, большей частью действовали группами в составе стрелковых подразделений.

Эффективность применения ранцевых огнеметов подтверждается многими примерами Великой Отечественной войны. Приведем лишь один из них.

В боях за один крупный населенный пункт взводы ранцевых огнеметов были приданы штурмовым инженерно-саперным батальонам. Находясь в штурмовых отрядах, огнеметчики действовали

вдоль улиц по обеим их сторонам. Захватив дом на одной стороне улицы, они производили огнеметание по домам, занятым противником на другой стороне улицы (рис. 83). Так, поочередно атакуя дома на разных сторонах улиц, огнеметчики помогали нашим штурмовым отрядам очищать город от гитлеровцев. В результате трехдневных боев огнеметчиками освобождено от противника 29 кварталов и 12 отдельных домов, блокировано 4 долговременные огневые точки, уничтожено 3 станковых пулемета, 9 ручных пулеметов, автомашина и 63 вражеских солдата и офицера. Взято в плен 65 гитлеровцев.

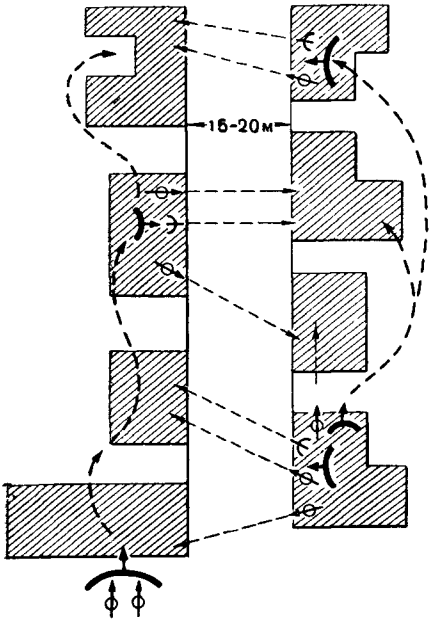


Рис. 83. Действия огнеметчиков в уличном бою

Всего за время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. противник потерял от огня наших ранцевых огнеметов около 33 000 солдат и офицеров и 120 танков. Огнеметами было сожжено около 3000 оборонительных сооружений и 2300 зданий, укрепленных противником.

Материальная часть ранцевых огнеметов во время войны, как правило, работала безотказно. Однако в отдельных случаях наблюдались неисправности в работе огнеметов. К основным неисправностям относились:

1. Отказы в работе из-за невоспламенения огнесмеси. Невоспламенение огнесмеси происходило по двум причинам: вследствие отсыревания воспламенительного патрончика или по вине огнеметчика. В последнем случае огнеметчик забывал повернуть патронник или повертывал его не в ту сторону.

2. Разрывы и набухания резиновых шлангов (рукавов), происходящие вследствие недостаточной их бензиностойкости. Промывка и просушка шлангов после боевой работы способствует удлинению срока их службы.

3. Неисправности обратного клапана и редуктора. Резиновая прокладка обратного клапана от действия на нее паров бензина со временем разрушается. Вследствие этого огнесмесь, попадая в редуктор, разрушает мембрану и делает редуктор непригодным к работе. Были также случаи нарушения регулировки редуктора.

Некоторые из перечисленных неисправностей могут быть исключены путем тщательного соблюдения правил эксплоатации огнеметов, другие вызывают необходимость в дальнейшем совершенство-

вании огнемета, например, введении автоматической перезарядки огнемета патрончиками и т. д.

В ходе войны выявилась также необходимость увеличения дальности огнеметания из ранцевых огнеметов.

Применение фугасных огнеметов. Фугасные огнеметы успешно применялись в Великой Отечественной войне как в оборонительных, так и в наступательных боях и показали себя достаточно надежным средством борьбы с пехотой и танками противника.

В оборонительных боях фугасные огнеметы использовались для уничтожения атакующих танков и пехоты противника, для обеспечения флангов и стыков и для усиления противотанковой обороны во взаимодействии с истребительно-противотанковой артиллерией и в сочетании с заграждениями.

В наступательных боях фугасные огнеметы применялись для уничтожения гарнизонов населенных пунктов и для закрепления рубежей и важных объектов в ходе наступления.

Части фугасных огнеметов действовали главным образом централизованно, в тесном взаимодействии с истребительно-противотанковой артиллерией, пехотой и инженерными войсками. В наступательных боях фугасные огнеметы иногда мелкими группами придавались штурмовым отрядам и группам.

За время Великой Отечественной войны огнем фугасных огнеметов уничтожено около 19 000 солдат и офицеров противника, 362 танка и самоходно-артиллерийских установки, 1468 различных огневых точек и 220 автомашин. Нельзя также не учитывать сильного морального действия фугасных огнеметов, которое не может быть выражено цифровыми данными. Огнеметы действовали морально не только на те вражеские части, которые попадали под их огонь, но и на соседние части, вызывая замешательство, а иногда и панику среди солдат и офицеров противника.

Из многочисленных примеров использования фугасных огнеметов в Великой Отечественной войне можно привести успешные действия одного из огнеметных батальонов в октябре 1943 г. на р. Днепр возле населенного пункта Щучинка (рис. 84).

Огнеметный батальон, находясь в обороне, занимал участок 3 *км* по фронту. Боевой порядок батальона был построен в линию, занимая в глубину около 300 *м*. На огневых позициях было установлено 246 огнеметов.

В течение 9, 10 и 11 октября танки и пехота противника неоднократно атаковали позиции огнеметного батальона, но все атаки были отражены. Противник потерял 11 танков и 450 солдат и офицеров.

Фугасные огнеметы с успехом применялись в боях за города Сталинград, Керчь, Тарнополь, Аннополь и другие.

В ходе войны выявились некоторые недостатки фугасных огнеметов типа ФОГ-2. К этим недостаткам относятся:

1) большой вес снаряженного огнемета, ухудшающий его маневренность;

2) относительно большое время, требующееся для установки огнеметов на местности;

3) невозможность стрельбы из огнемета, установленного на сани или тележку, без дополнительного их крепления;

4) отказы в работе, происходящие главным образом вследствие отсыревания порохового заряда, невоспламенения патрончиков неправильного срезывания мембраны.

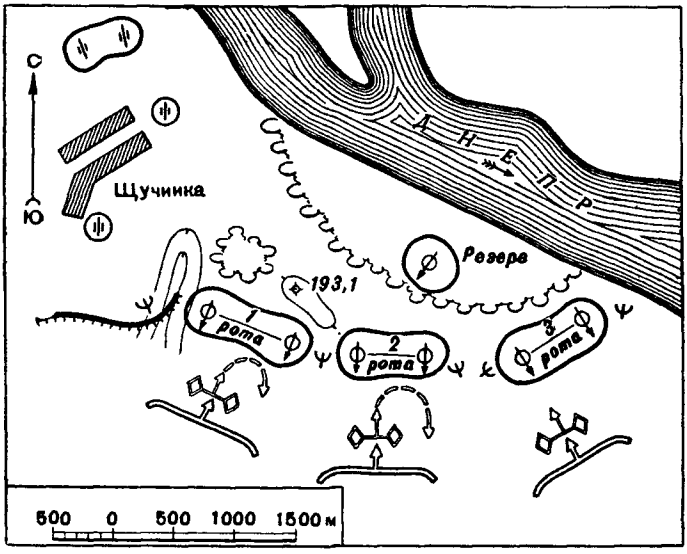


Рис. 84. Расположение батальона фугасных огнеметов в обороне

Применение огнеметных танков. В Великой Отечественной войне огнеметные танки нашли применение как в наступательном, так и в оборонительном бою. В наступлении они использовались главным образом для поражения живой силы и огневых средств, находящихся в укрытиях и долговременных оборонительных сооружениях. В оборонительных боях огнеметные танки успешно уничтожали атакующую пехоту и танки противника.

Весьма большое значение огнеметные танки имели при прорыве сильно укрепленных позиций и при штурме крупных городов, где борьба с огневыми точками противника велась на близких дистанциях.

Огнеметные танки, как правило, действовали в составе групп танков непосредственной поддержки пехоты, двигаясь за линейными танками. В борьбе за населенные пункты и прорыве сильно укрепленной позиции огнеметные танки действовали мелкими группами и в одиночку в составе штурмовых групп и отрядов.

Великая Отечественная война изобилует примерами использования огнеметных танков во всех видах боя. Огнеметные танки

успешно применялись в районе Тулумчак (Крымский фронт — 1942 г.), под Сталинградом, на р. Миус, в районе Плетово (1943 г.) и в ряде других мест.

В боях за г. Познань (1945 г.) один из отдельных огнеметно-танковых полков израсходовал 16 заправок огнесмеси на каждый танк и уничтожил огнеметанием большое количество живой силы и техники противника.

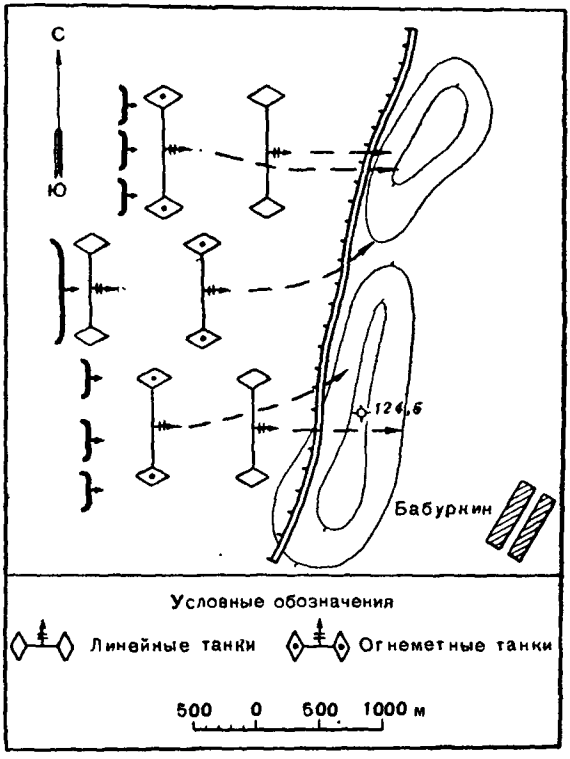


Рис. 85. Боевой порядок танковой группы

В декабре 1942 г. один из отдельных огнеметно-танковых батальонов входил в состав танковой группы непосредственной поддержки пехоты, поддерживающей наступление стрелковой дивизии. Танки наступали по открытой местности на оборону противника, подготовленную в течение 6 дней.

Огнеметные танки двигались за линейными танками во втором эшелоне (рис. 85). При подходе к выс. 124,5 огнеметные танки вышли на линию первого эшелона и открыли огонь из огнеметов, выжигая пехоту противника, укрывавшуюся в траншеях.

После первых же огнеметных выстрелов пехота противника в панике бросилась бежать в направлении населенного пункта Бабуркин. Высота 124,5 была занята нашими войсками.

В ходе Великой Отечественной войны обнаружились недостатки огнеметов АТО-42, установленных на танках. Эти недостатки следующие:

1) недостаточная дальность огнеметания;
2) малое количество огнеметных выстрелов;
3) недостаточный маневр огнеметанием.

Несмотря на эти недостатки, огнемет АТО-42 по своей конструкции и принципу действия оказался наиболее совершенным из существующих типов огнеметов.

Автоматизация стрельбы, использование порохового заряда в качестве источника энергии, хорошая внутренняя баллистика и эффективность горящей струи позволяют считать огнемет АТО-42 вполне надежным оружием.

§ 74. ОГНЕМЕТНЫЕ СМЕСИ

Свойства аномально-вязких огнеметных смесей. В огнеметном деле применяются огнесмеси с нормальной вязкостью, называемые обычно жидкими огнесмесями, и огнесмеси с аномальной вязкостью — аномально-вязкие огнесмеси, называемые обычно вязкими огнесмесями. Для огнеметания используются главным образом вязкие огнесмеси. Жидкие огнесмеси применяются как подсобные в случае отсутствия вязких.

Вязкие огнесмеси обладают ценными качествами, которые делают их незаменимыми для огнеметания. Во-первых, они обладают огромной вязкостью, могущей доходить до нескольких тысяч пуазов [1] и во много раз превосходящей вязкость жидких огнесмесей. При повышенных давлениях в огнеметах вязкие огнесмеси обеспечивают получение устойчивых и дальнобойных струй.

Во-вторых, вязкие огнесмеси обладают свойством разжижения при движении по трубопроводам огнеметов и восстановления первоначальной вязкости при полете струи в воздухе.

Во время движения между слоями жидкости возникают так называемые напряжения сдвига, которые имеют наибольшую величину в пристенном (у стенок трубы) слое. При очень малой скорости движения напряжения сдвига малы, структура жидкости сохраняется, вязкость ее имеет наибольшее значение. Вязкость, соответствующая этому случаю, называется статической вязкостью жидкости.

С увеличением скорости движения жидкости напряжения сдвига увеличиваются; увеличивается разрушение структуры жидкости, уменьшается ее вязкость — жидкость разжижается.

Сопротивление движению такой разжиженной жидкости становится близким к сопротивлению движения жидкой огнесмеси. При этом давление, затрачиваемое на перемещение разжиженной жидкости, становится незначительным.

---

[1] Пуаз — единица измерения вязкости.

При выходе аномально-вязкой жидкости из насадки огнемета стенки, ранее ограждающие жидкость в трубе, исчезают и вместо них появляется воздух. Напряжение сдвига между воздухом и жидкостью резко умеиьшается, структура жидкости восстанавливается, и вязкость становится близкой к статической.

Аномально-вязкие огнесмеси благодаря своей большой вязкости обеспечивают значительную дальность полета струи. В то же время, они при движении по трубопроводам огнемета разжижаются и требуют на свое перемещение малое давление.

Преимущество аномально-вязких огнесмесей может быть иллюстрировано следующим примером.

Допустим, что в одной и той же системе огнемета применяются две жидкости: одна с аномальной вязкостью (раствор отверждающего порошка ОП-2 в бензине) и другая с нормальной вязкостью (нефть с канифолью). Обе эти жидкости имеют примерно одинаковую вязкость: около 45 пуазов.

Для обеспечения движения в огнемете обеих жидкостей требуется создать давление: при движении аномально-вязкой жидкости 1 *ати*; при движении нефти с канифолью 16 *ати*. По выходе из насадки обе жидкости, как имеющие одинаковую вязкость, при одинаковых скоростях летят на одно и то же расстояние, несмотря на разное давление.

Вязкие огнесмеси нестабильны и с течением времени разжижаются, т. е. вязкость их уменьшается. Это сказывается особенно неблагоприятно при эксплоатации фугасных огнеметов, когда с момента приготовления огнесмеси до ее использования может пройти несколько месяцев. Разжижение огнесмеси вызывает значительное уменьшение дальности огнеметания.

Истинная причина нестабильности вязких огнесмесей не выяснена. Однако установлено, что влага, щелочи и соли металлов (натрия, аллюминия и др.) ускоряют разжижение огнесмесей.

Следует также иметь в виду, что свойства вязких огнесмесей сильно зависят от их температуры. Так, при изменении температуры на 10° вязкость огнесмеси может измениться на 50%.

Вязкие огиесмеси, применяемые в огнеметах. Вязкие огнесмеси, применяемые в огнеметах, представляют собой раствор отверждающего порошка ОП-2 в горючих жидкостях.

Горючими жидкостями в огнесмесях являются обычно различного сорта бензин (удельный вес 0,75—0,79), БГС (удельный вес 0,74—0,75), бензольиая головка и др.

Горючее БГС состоит из 70% зеленого масла или тяжелого сольвента и 30% бензольной головки.

Норма расхода отверждающего порошка ОП-2, растворяемого в горючем, различна и зависит от рода горючего, типа огнемета и времени года, когда производится огнеметание. Следует иметь в виду, что при одном и том же количестве порошка ОП-2, растворенного в горючем, можно получить огнесмесь с различной вязкостью.

Характеристика вязких огнесмесей, применяемых для огнеметания, приведена в табл. 21.

Таблица 21

Характеристика вязких огнесмесей для огнеметов

Тип огнемета	Количество порошка ОП-2 на 100 *л* бензина, *кг*	Вязкость огнесмеси	
		в секундах[1]	в пуазах
Ранцевые:			
летом	2—3	25—50	50—100
зимой	1—1,5	10—20	20—40
Танковые и фугасные:			
летом	4—8	250—750	500—1500
зимой	2—4	125—400	250—800

Отверждающий порошок ОП-2, применяемый для приготовления вязких огнесмесей, представляет собой смесь алюминиевых солей нафтеновых кислот. По внешнему виду ОП-2 — порошок от светложелтого до коричневого цвета. Растворяясь в горючих жидкостях, порошок ОП-2 придает им аномально-вязкие свойства.

Порошок ОП-2 должен быть доброкачественным и удовлетворять техническим условиям, т. е. обладать определенной скоростью растворения, загущающей способностью и обеспечивать стабильность готовой огнесмеси. Он упаковывается в картонные пакеты весом 1,2 или 3 *кг*, которые в количестве 30, 15 или 10 шт. укладываются в мешки или ящики. Тара с ОП-2 маркируется. На ней указывается: номер завода-изготовителя, номер партии, вес нетто и дата изготовления. Кроме того, на таре делается надпись: «ОП-2 (Н. А.)».

Порошок ОП-2 обладает большой гигроскопичностью и при хранении в неблагоприятных условиях увлажняется. При этом зерна его слипаются в трудно разбиваемые куски и загущающая способность порошка снижается. Поэтому при транспортировке и хранении необходимо всемерно предохранять порошок от влаги.

Приготовление вязкой огнесмеси слагается из подготовки рабочего места, тары, горючего, порошка ОП-2 и смешения составных частей смеси.

Рабочее место организуется в сухом, закрытом и проветриваемом помещении или на открытом воздухе — под навесом.

Для приготовления огнесмеси необходимо иметь: железную бочку Л-250 без одного днища, мерные ведра, сито, ящики, воронки, весы, противни и деревянные мешалки.

Бочка и ведра должны быть очищены, просушены и промыты горючим. Использование медной и оцинкованной тары и посуды запрещается.

[1] Вязкость измеряется при помощи шарикового вискозиметра (см. ниже).

Порошок ОП-2, предназначенный для приготовления огнесмеси, просушивается, измельчается до зерен менее 3 *мм* и, наконец, просеивается через сито. При сушке порошка следует избегать нагревания его выше 100° С, так как порошок, нагретый выше этой температуры, теряет часть своих загущающих свойств.

Бочка Л-250 должна иметь деревянную крышку с двумя отверстиями: одно для мешалки, другое для загрузки составных частей огнесмеси. В бочку наливают горючее (например, бензин), затем, при непрерывном помешивании горючего мешалкой, через второе отверстие в крышке всыпают понемногу заранее отвешенное количество порошка ОП-2. Огнесмесь размешивают до исчезновения комков и полного ее загущения.

Готовность огнесмеси определяется окончанием процесса «созревания», который летом продолжается до 3—4 суток, а зимой до 11 суток. Полное «созревание» огнесмеси характеризуется стабильной вязкостью.

Измерение вязкости огнесмеси. После изготовления огнесмеси должна быть определена ее вязкость. Вязкость огнесмеси может также определяться спустя некоторое время после ее изготовления, например, в фугасных огнеметах, находящихся длительное время на огневых позициях, перед снаряжением огнеметов и в других случаях.

В полевых условиях вязкость измеряется при помощи шарикового вискозиметра (рис. 86), состоящего из стального шарика *1* с припаянным к нему ушком *2* и суровой нитки *3* без узлов длиной 40 *см*. На расстоянии 25 *см* от ушка на нитке укреплен указатель-пластинка *4*.

Огнесмесь, предназначенная для измерения вязкости, наливается в любой резервуар размерами более 5×27 *см*. Взяв рукой за нитку, подводят шарик к поверхности жидкости в центре резервуара и опускают шарик до погружения ушка в огнесмесь. Затем ослабляют натяжение нити, давая возможность шарику свободно погружаться в огнесмесь. Время погружения шарика на глубину 25 *см* (до касания указателем-пластинкой уровня жидкости) отмечается по секундомеру или по секундной стрелке часов и характеризует вязкость огнесмеси при данной температуре.

Рис. 86. Шариковый вискозиметр:
1 — стальной шарик; *2* — ушко; *3* — нитка; *4* — указатель-пластинка

Готовая огнесмесь должна храниться в закрытой таре и в сухом помещении. При хранении и транспортировке огнесмесь не должна нагреваться лучами солнца; ее надо предохранять от попадания влаги и каких-либо примесей. При соблюдении всех правил приготовления и хранения вязкая огнесмесь может сохранять

свои качества в зимних условиях до четырех месяцев, в летних условиях при умеренных температурах до двух месяцев. В жаркие летние месяцы огнесмесь должна быть использована в течение двух-трех недель после приготовления.

Увеличить или уменьшить вязкость готовой огнесмеси можно путем добавления порошка ОП-2 или добавления горючего. При этом следует тщательно перемешивать смесь до полного поглощения ею ОП-2 или горючего.

Жидкие огиесмеси. За неимением вязких огнесмесей для огнеметания используются жидкие огнесмеси, в качестве которых могут быть взяты дизельное топливо, нефть или мазут, а также смеси, состоящие:

1) из 50% мазута, 25% керосина и 25% бензина;

2) из 50% креозота, 30% зеленого масла и 20% бензина.

В летних условиях количество бензина может быть снижено до 10% при увеличении содержания керосина или зелеиого масла до 40%.

Техника безопасности при работе с огнесмесями. При работе с огнесмесями и хранении их должны строго соблюдаться правила техники безопасности, установленные для работы с легко горючими веществами.

Площадки для приготовления огнесмеси и помещения для ее хранения должны быть оборудованы в противопожарном отношении. На них должны находиться огнетушители, мешки с песком, бочки с водой и лопаты.

Курение на площадках и в помещениях с огнесмесью и разведение огня вблизи них категорически воспрещается.

На месте работы с огнесмесью должен быть медицинский пост.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные виды огиесмесей, примеияемых в огиеметах.
2. Почему аномально-вязкие огнесмеси дают возможность получать струю с большой дальностью?
3. Какая рецептура вязких огиесмесей применяется в различных типах огнеметов летом и зимой?
4. Приготовлеиие и храиеиие вязкой огнесмеси.
5. Определеиие вязкости огнесмеси в полевых условиях.
6. Какие горючие жидкости используются в качестве жидких огнесмесей?

ГЛАВА XII

ОГНЕМЕТНЫЕ СТРУИ

§ 75. СОВЕРШЕННАЯ И РЕАЛЬНАЯ СТРУИ

Совершенная струя. Допустим, что имеется огнеметная установка с совершенной коммуникацией, т. е. короткой, прямой (без поворотов), одинакового сечения и с гладкой внутренней поверхностью. Эта установка заполнена совершенной (абсолютно несжимаемой и подвижной) жидкостью.

Пусть такая совершенная жидкость вылетает из данной установки под углом θ_0 к горизонту в пустоту с начальной скоростью v_0 (рис. 87). Очевидно, в струе будут отсутствовать какие-либо возмущения, а также силы поверхностного натяжения. Такая струя на всем протяжении своего полета сохраняет неизменную

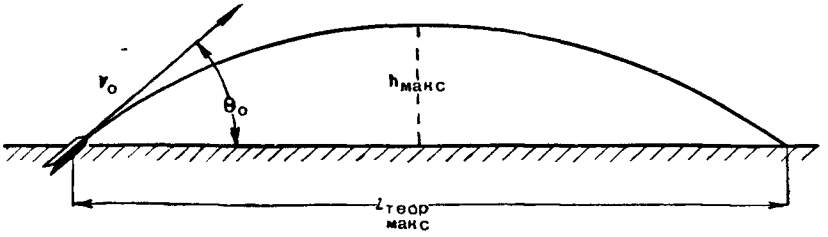


Рис. 87. Траектория совершенной струи

форму, так как отсутствуют причины, могущие изменить эту форму. Вот такую неизменной формы струю совершенной жидкости, движущуюся в пустоте, мы и назовем совершенной струей.

Очевидно, траекторией совершенной струи является парабола, так же как и у твердого тела, брошенного в пустоте под углом θ_0 к горизонту. При этом горизонтальная дальность полета совершенной струи ($L_{теор}$), так же как и для твердого тела, будет равна

$$L_{теор} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin \cdot 2\theta_0, \tag{85}$$

где g — ускорение силы тяжести (9,81 *м/сек*^{2}).

Максимальная горизонтальная дальность полета ($L_{теор.\ макс}$) будет при $\theta_0 = 45°$, когда $\sin 2\theta_0 = 1$; при этом

$$L_{теор.\ макс} = \frac{v_0^2}{g}. \tag{86}$$

Максимальная высота траектории ($h_{макс}$) совершенной струи равна

$$h_{макс} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \theta_0. \tag{87}$$

При $\theta_0 = 45°$, когда $\sin^2 45° = 0{,}5$,

$$h_{макс} = \frac{v_0^2}{4g}. \tag{88}$$

Из формулы (85) следует, что дальность полета совершенной струи определяется начальной скоростью v_0 и углом θ_0 наклона насадки огнемета к горизонту.

Реальная струя. В практике огнеметания применяются установки с несовершенной коммуникацией Обычно такая коммуни-

кация состоит из непрямых труб с шероховатой поверхностью стенок; иногда трубы имеют различный диаметр. При этом огнеметание производится реальными жидкостями — сжимаемыми и обладающими вязкостью, и не в пустоту, а в среду, заполненную воздухом.

Струя реальной жидкости, выброшенная из реальной установки в воздушную среду, называется реальной струей.

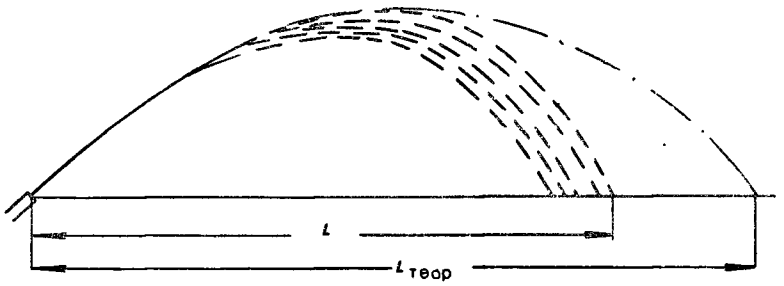


Рис. 88. Траектория реальной струи

Реальная струя жидкости (рис. 88) не одинакова по всей своей длине. В начале полета, на некотором протяжении от насадки, она сплошная, монолитная, имеет вид круглого стержня. В дальнейшем струя изменяется, увеличивается в сечении, иногда пылит с поверхности и, наконец, распадается на куски или капли, принимая вид пучка летящих кусков или капель.

Вид реальных струй различен и зависит от свойств жидкости, конструкции установки и условий выбрасывания из нее жидкости.

Дальность полета реальной струи (L) меньше дальности полета совершенной струи ($L_{теор}$) и зависит от времени распада. Чем быстрее происходит распад струи, тем меньше дальность ее полета.

Таким образом, распад струи на капли — нежелательное явление, которое на практике стремятся всеми средствами замедлить.

§ 76. РАСПАД СТРУИ

Изучением поведения струи и процесса ее распада на капли занимались многие исследователи. Особенно успешно эти исследования велись в Советском Союзе.

Наибольшее распространение получила теория распада струи на основе развития начальных возмущений.

Сущность этой теории заключается в следующем.

Струя, вытекающая из насадки, на своей поверхности имеет небольшие неровности, колебания, волны или, как их называют, «возмущения». Начальные возмущения в струе возникают вследствие отклонения выходного отверстия от правильной круглой формы, колебания установки, наличия пылинок и пузырьков воздуха в струе, завихрений в отверстии и т. п.

Начальные возмущения бывают двух видов:
1) вращательно-симметрические (рис. 89, *а*);
2) односторонние волнообразные или профильные (рис. 89, *б*).

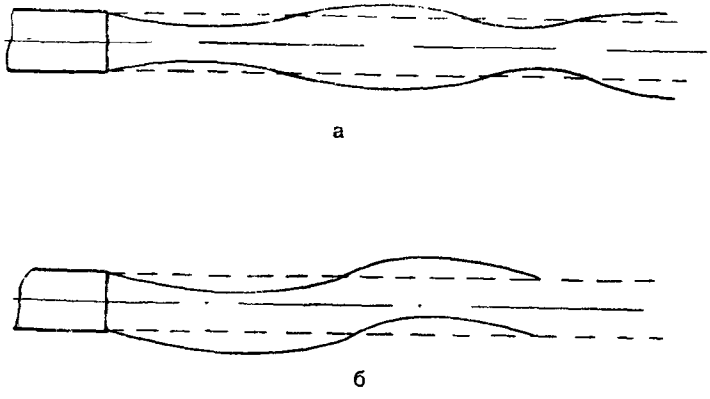


Рис. 89. Виды начальных возмущений в струе:
а — вращательно-симметрические возмущения; *б* — односторонние волнообразные или профильные возмущения

На рис. 90 показан вид водяной струи диаметром 0,5 *мм*, выброшенной под давлением 3,5 *ати*, с вращательно-симметрическими возмущениями, увеличенными в несколько раз.

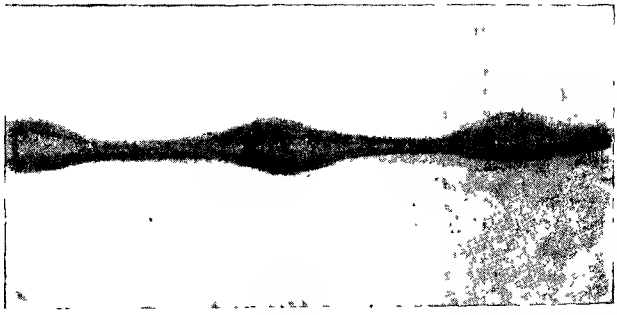


Рис. 90. Вид водяной струи с вращательно-симметрическими возмущениями ($d = 0{,}5$ *мм*, давление 3,5 *ати*)

Обычно оба вида возмущений появляются одновременно и накладываются друг на друга (рис. 91).

В дальнейшем начальные возмущения, возникшие в струе под воздействием действующих на нее сил, усиливаются и приводят ее к распаду на капли. Действующими на струю силами являются силы поверхностного натяжения и силы сопротивления воздуха.

Рис. 91. Вид водяной струи с вращательно-симметрическими и волнообразными возмущениями ($d = 0{,}5$ *мм*, давление 7 *ати*)

В зависимости от того, какие силы действуют на струю и вызывают распад ее на капли, различаются три формы распада струи:

1) распад струи под воздействием сил поверхностного натяжения;

2) распад струи под воздействием сил поверхностного натяжения и сил сопротивления воздуха;

3) распад струи под воздействием сил сопротивления воздуха при противодействии сил поверхностного натяжения.

Распад струи под воздействием сил поверхностного натяжения. При малых начальных скоростях вылета струи сопротивление воздуха не оказывает заметного влияния на ее распад. В этом случае распад происходит вследствие действия на струю сил поверхностного натяжения.

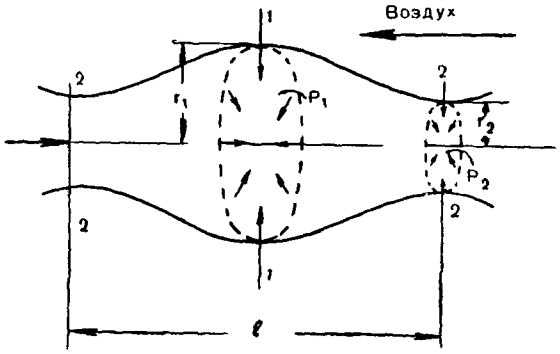


Рис. 92.

Из физики известно, что если тело ограничено цилиндрической или шаровой поверхностью радиуса r, то поверхностное натяжение A, создаваемое молекулярными силами, можно заменить внутренними силами сжатия p, которые создают вокруг тела упругую оболочку, причем

$$p = \frac{2A}{r}.$$

Пусть в струе возникли начальные вращательно-симметрические возмущения (рис. 92).

В случае возникновения на поверхности струи длинных продольных волн силы поверхностного натяжения будут действовать главным образом лишь в поперечных сечениях струи. В сечении *1—1* устанавливается давление p_1, в сечении *2—2* — давление p_2. При этом давление в узком сечении струи *2—2* (p_2)

будет больше давления в сечении *1—1* (p_1), так как радиус $r_2 < r_1$. Это повышенное давление p_2 в свою очередь будет еще больше сжимать узкое сечение струи. Очевидно, распад струи произойдет тогда, когда сеченне *2—2* станет равным нулю. В этом случае от струи отрывается кусок длиной l, который под действием сил поверхностного натяжения свертывается в шаровидную каплю. Так происходит распад струи на капли при малых скоростях вылета жидкости.

При больших скоростях вылета на распад струи, кроме сил поверхностиого натяжения, влияют силы сопротивления воздуха.

Распад струи под воздействием сил поверхностиого натяжения и сил сопротивления воздуха. При движении струи в воздухе сопротивление его действует, как ветер над водяной поверхностью. Известно, что скорость ветра над гребнями волн увеличивается, а над впадинами уменьшается. Соответственно этому давление над гребнями волн уменьшается, а над впадинами увеличивается. В силу этого начальные возмущения увеличиваются и в дальнейшем приводят струю к более скорому распаду.

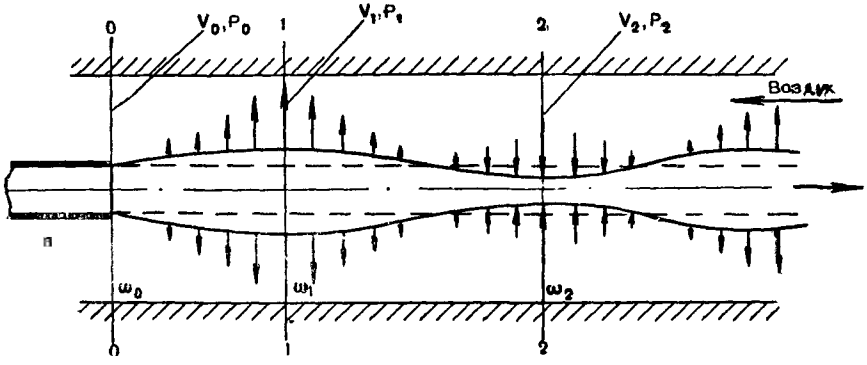


Рис. 93. Действие сопротивления воздуха на струю жидкости (при наличии вращательно-симметрических возмущений)

Возьмем (рис. 93) струю жидкости, вытекающую из насадки, с вращательно-симметрическими начальными возмущениями. При увеличенных скоростях движения на развитие начальиых возмущеиий, кроме сил поверхностного натяжения, влияют и силы сопротивления воздуха.

Движущаяся струя жидкости обычио увлекает за собой воздух. Блнжайшие частицы его прилипают к жидкости и имеют одинаковую с ней скорость; соседние частицы вследствие трения имеют уменьшенную скорость. На сравнительно близком расстоянии от струи воздух находится почти в покое.

Мысленно заключим струю в трубку с твердыми стенкамн. Для уяснения влияния воздуха иа струю жидкости воспользуемся уравиеиием Бернулли и уравнеиием иеразрывности струи (уравиением постояиства расхода). Процессы в струе жидкости, очевидно, не изменятся, если мы ее будет рассматривать неподвижной, а воздух движущимся в обратную сторону движения струи (обдувающим струю).

Для сечеиия воображаемой трубы *0—0* (за вычетом сечения струи) уравиение Бернуллн (преиебрегая высотой уровня и трением) напишется в следующем виде:

$$\frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = H \qquad (89)$$

т. е. высота, соответствующая давлеиию $\left(\frac{p_0}{\gamma}\right)$, плюс скоростной напор $\left(\frac{v_0^2}{2g}\right)$ для данного сечения потока равна постоянному напору в системе (H).

Условие неразрывности потока (постоянство расхода) напишется так

$$q = v_0\omega_0, \tag{90}$$

т. е. произведение из скорости v_0 на живое сечение потока ω_0 равно постоянному в системе расходу q. Для сечения, соответствующего расширенному сечению струи *1—1*, оба эти уравнения напишутся в виде

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = H \text{ и } q = v_1\omega_1.$$

Для этого сечения $\omega_1 < \omega_0$, следовательно, при постоянстве q скорость $v_1 > v_0$. Кинетическая энергия потока $\frac{v_1^2}{2g}$ увеличивается, а потенциальная $\frac{p_1}{\gamma}$ уменьшается, т. е. $p_1 < p_0$. Но p_0 равно атмосферному давлению. Следовательно, в сечении *1—1* устанавливается разрежение, т. е. струя жидкости в этом сечении стремится еще более расшириться.

Для сечения трубы *2—2* уравнения примут вид

$$\frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = H \text{ и } q = v_2\omega_2.$$

Здесь получим $\omega_2 > \omega_0$ и $v_2 < v_0$, т. е. кинетическая энергия воздушного потока становится меньше $\left(\frac{v_2^2}{2g} < \frac{v_0^2}{2g}\right)$, а потенциальная энергия больше $\left(\frac{p_2}{\gamma} > \frac{p_0}{\gamma}\right)$. Повышенное давление ($p_2$) в данном сечении *2—2* будет больше, чем давление p_0 в сечении *0—0*, а поэтому будет еще сильнее сжимать струю.

Распад струи под воздействием сил сопротивления воздуха при противодействии сил поверхностиого натяжения. Положим, что из насадки достаточно большого диаметра при больших скоростях вылетает струя жидкости с малой вязкостью. В первый момент после вылета в струе вследствие воздействия сил поверхностного натяжения и сил сопротивления воздуха происходит развитие начальных вращательно-симметрических возмущений; силы поверхностного натяжения способствуют распаду струи.

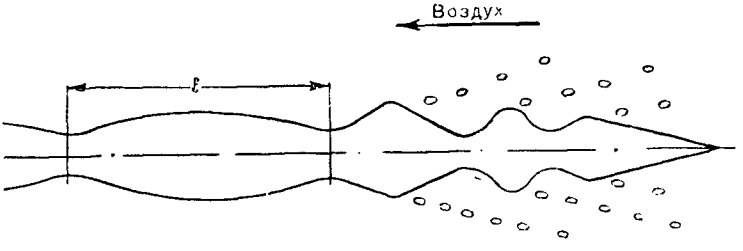


Рис. 94. Срыв частиц жидкости с поверхности струи

В дальнейшем, когда возмущения достигнут некоторых размеров, вследствие сопротивления воздуха начнется срыв частиц жидкости с поверхности струи (рис. 94). Срыв частиц приводит к тому, что сплошной стержень струи, окруженный снопом летящих частиц, постепенно уменьшается.

В этом случае силы поверхностного натяжения содействуют лишь раскачиванию волн, но препятствуют срыву частиц с поверхности струи.

В летящей струе вязкой жидкости и, в частности, аномально-вязкой господствуют начальные односторонние волнообразные возмущения. В этом случае силы сопротивления воздуха стремятся усилить изгиб струи. При распаде струя

рвется иа куски l, равные длине волны. В дальнейшем эти куски могут дробиться иа более мелкие куски и капли.

Влияние воздействия сил сопротивления воздуха на струю в данном случае можно проследить по аналогии действия этих сил иа вращательно-симметрические возмущения (рис. 95).

В сечении *1—1* воздушного потока $\omega_1 < \omega_0$. Но в сечении *1—1* скорость $v_1 > v_0$, а давление $p_1 < p_0$, т. е. в сечении *1—1* имеется разрежение. Струя под воздействием сил сопротивления воздуха изгибается вверх. В сечении *2—2*, наоборот, $\omega_2 > \omega_0$ скорость $v_2 < v_0$, а поэтому $p_2 > p_0$. В этом случае силы сопротивления воздуха изгибают струю вниз. Силы поверхностного натяжения препятствуют изгибу струи, они стремятся выпрямить ее, способствуют затуханию возмущений.

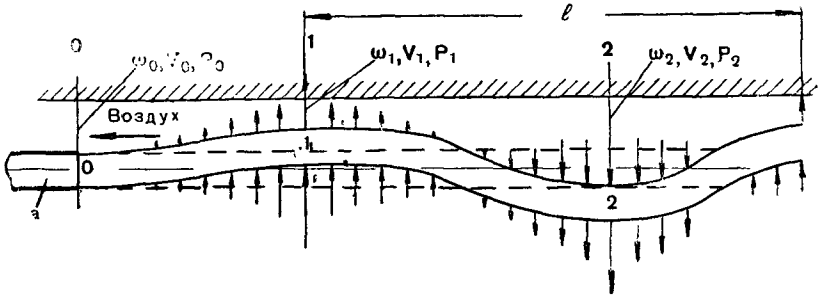


Рис. 95. Действие сопротивления воздуха на струю жидкости (при наличии односторонних волнообразных возмущений)

В чистом виде ни одна из перечисленных форм распада не бывает. Как бы ни малы были скорости вылета струи, на распад струи влияет, хотя и не значительно, сопротивление воздуха. При средних скоростях движения жидкости происходит частичный срыв капель с поверхности струи.

Наряду с вращательно-симметрическими возмущениями в струе всегда существуют и односторонние волнообразные возмущения. Однако в жидкостях с малой вязкостью господствуют первые, а в жидкостях с большей вязкостью вторые.

§ 77. КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУЙ

Струи могут классифицироваться по многим признакам, например по диаметру, вязкости, дальности полета и т. п.

Обычно различаются струи с малой и большой вязкостью жидкости, горящие и негорящие. В то же время каждая из этих струй может быть непрерывной и прерывной.

Под непрерывной струей понимается такая струя, траектория которой на всем своем протяжении заполнена жидкостью. В непрерывной струе одни частицы жидкости уже падают на цель, другие еще продолжают вылетать из установки.

Примерами непрерывных струй служат струи, применяемые в пожарной технике, при искусственном дождевании в сельском хозяйстве и т. п. В данном случае струеметание продолжается сравнительно длительное время.

Под прерывной струей понимаются различные по величине отрезки непрерывной струи. Такие струи получаются в ре-

зультате отсекания порции жидкости, вылетающей из установки, при помощи перекрывания трубопровода запорным приспособлением. Продолжительность выбрасывания жидкости (выстрела) в данном случае незначительная и измеряется долями секунды.

В огнеметах, как правило, используются прерывные струи; непрерывные струи используются редко.

Негорящие струи жидкости. Различают негорящие струи жидкости с малой и большой вязкостью.

Негорящая струя жидкости с малой вязкостью после вылета из установки сплошная, монолитная, имеет цилиндрическую форму. В дальнейшем струя дробится сначала на крупные, а затем на более мелкие капли. При больших скоростях струя заметно «пылит» с поверхности. Степень дробления жидкости в струе зависит от величины вязкости. Капли, падая на землю, образуют эллипс, причем крупные капли наиболее удалены от установки.

При среднем диаметре насадки и средней скорости вылета распад негорящей струи с малой вязкостью происходит вследствие развития начальных вращательно-симметрических возмущений. При большом диаметре насадки и большой скорости вылета распад происходит главным образом вследствие срыва частиц жидкости с поверхности струи.

С увеличением вязкости жидкости струя уменьшается в поперечном сечении, длина ее сплошной части увеличивается, срыв капель с поверхности уменьшается, при распаде образуются более крупные капли, эллипс рассеивания капель уменьшается.

Под негорящей струей жидкости с большой вязкостью понимается струя жидкости, вязкость которой измеряется десятками и сотнями пуазов. Такими струями обычно являются струи аномально-вязкой жидкости.

Рис. 96. Вид струи жидкости с большой вязкостью

Струя жидкости с большой вязкостью характеризуется значительной длиной ее сплошной части, которая имеет вид натянутой веревки. На значительном удалении от установки струя изгибается, появляются петли. Струя распадается на крупные куски, которые быстро теряют скорость и почти отвесно падают вниз (рис. 96).

Горящие струи жидкости. Горящие струи также делятся на струи жидкости с малой и большой вязкостью. Горящая струя жидкости с малой вязкостью, выброшенная из огнемета РОКС-3, показана на рис. 97.

При выходе из насадки огнемета струя жидкости обычно не горит, а воспламеняется лишь на некотором расстоянии от насадки. В дальнейшем горящая струя сначала увеличивается в поперечном сечении, а затем, достигнув некоторой величины, почти сохраняет это сечение до конца полета. Иногда струя заканчивается негорящей головной частью в виде жала.

Вид горящей струи обусловливается структурой негорящей струи. Последняя, как сказано выше, имеет начальный участок (после ее выхода из насадки) сплошной, монолитный. Естественно, что этот участок струи и не воспламеняется.

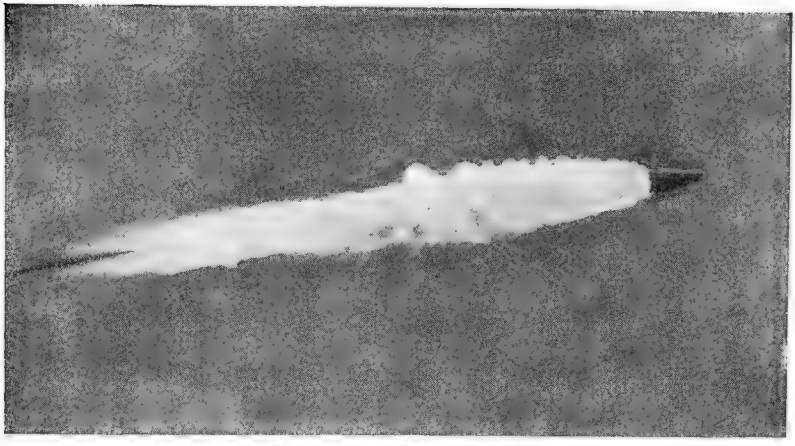


Рис. 97. Горящая струя жидкости с малой вязкостью, выброшенная из огнемета РОКС-3

Воспламенение струи происходит там, где начинается срыв частиц жидкости с ее поверхности. Нарастающий срыв частиц огнесмеси и распад струи вызывают увеличение сечения пламени. Крупные капли жидкости, образованные после распада, равномерно сгорая, обеспечивают почти постоянное сечение горящей струи.

Траектория горящей струи жидкости с малой вязкостью представляет собой почти прямую линию, поэтому огнеметание производится при углах наклона насадки в 5—7° к горизонту. Прямизна струи объясняется наличием конвекционных токов в нагретом вокруг струи воздухе.

Эффективность горящей струи характеризуется величиной пламени, его температурой, временем горения жидкости на цели и моральным эффектом, производимым струей.

Размер поперечного сечения пламени горящей струи жидкости с малой вязкостью велик и доходит до 2—3 *м*. Температура пламени 800—1000° С. За время нахождения в полете значительная часть огнесмеси сгорает. На цели огнесмесь горит короткое время — в течение 1—2 секунд, поэтому иногда не воспламеняет цель. Моральный эффект горящей струи жидкости с малой вязкостью велик, так как горение сопровождается большим пламенем и происходит с выделением густого дыма.

Горящая струя жидкости с большой вязкостью (рис. 98) при выходе из насадки также имеет незажженный участок. В конце полета, после распада струи, горящие куски почти отвесно падают

вниз. Находясь в полете, огнесмесь сгорает мало, бóльшая ее часть долетает до цели, прилипает к ней и горит продолжительное время, обеспечивая надежное поджигание цели. Поперечное сечение такой струи меньше, чем у горящей струи жидкости с малой вязкостью. Температура пламени доходит до 1400° С. Струя производит значительный моральный эффект.

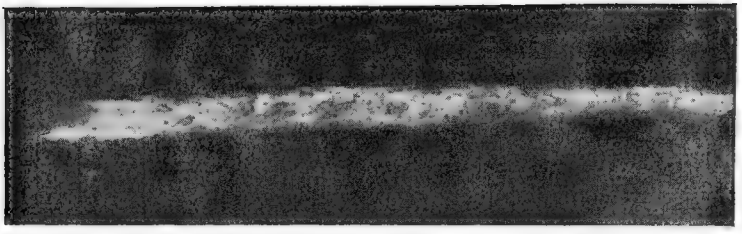


Рис. 98. Горящая струя жидкости с большой вязкостью, выброшенная из насадки $d = 30$ *мм*

С увеличением вязкости огнесмеси струя поджигается труднее. Поэтому огнесмеси с очень большой вязкостью должны обладать соответствующей пламенностью, т. е. большой упругостью паров легких горючих частей огнесмеси, и поджигаться надежной зажигалкой.

Дальность горящих струй (в особенности струй жидкости с аномальной вязкостью) в 1,4—2 раза превышает дальность негорящих струй. Объяснение этого явления заключается в следующем:

1. Головная часть горящей струи при своем полете нагревает воздух, окружающий струю. Этот воздух для остальной части струи уже представляет значительно меньшее сопротивление.

2. Наличие конвекционных (тепловых) токов воздуха вокруг струи вызывает подъемную силу, которая поднимает струю вверх, выпрямляет ее и увеличивает горизонтальную дальность.

§ 78. ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА СТРУИ

Дальность полета совершенной струи, как сказано выше, зависит от скорости ее вылета и угла наклона к горизонту насадки установки.

Дальность полета реальной струи зависит от следующих условий:

1) скорости вылета струи из насадки;

2) диаметра насадки;

3) физических свойств огнесмеси (вязкости, поверхностного натяжения и удельного веса);

4) емкости выстрела;

5) угла наклона насадки к горизонту;

6) характера и состояния огнеметной установки.

С увеличением скорости вылета дальность полета реальной струи увеличивается, так как увеличивается ее живая сила. Однако это увеличение происходит лишь до известного предела. Наступает такой момент, когда с увеличением скорости дальность струи не только не увеличивается, но даже может уменьшаться. В этом случае увеличивается степень дробления струи, увеличивается сопротивление воздуха, а следовательно, уменьшается дальность полета.

Увеличение диаметра насадки приводит к увеличению дальности полета струи. Это происходит вследствие относительного уменьшения сопротивления воздуха. Действительно, с увеличением радиуса струи r ее объем (при длине струи r) увеличивается пропорционально кубу ($\pi r^2 \cdot r = \pi r^3$) измерения струи, в то время как ее поверхность (которая определяет величину сопротивления воздуха) увеличивается лишь пропорционально квадрату измерения ($\pi r \cdot r = \pi r^2$) струи.

Физические свойства огнесмеси по-разному влияют на дальность полета струи.

С увеличением удельного веса огнесмеси дальность полета струи увеличивается, так как увеличивается ее живая сила.

Поверхностное натяжение влияет на дальность полета струи незначительно и по-разному, в зависимости от скорости движения струи. При малых скоростях поверхностное натяжение усиливает начальные возмущения и способствует быстрому распаду струи на капли. При больших скоростях поверхностное натяжение препятствует срыву капель с поверхности струи жидкости с малой вязкостью и ослабляет односторонние волнообразные возмущения в струе жидкости с большой вязкостью. В последнем случае поверхностное натяжение способствует увеличению дальности полета струи, в то время как в первом случае вызывает уменьшение дальности.

Вязкость существующих огнесмесей в большей степени влияет на дальность полета струи, чем ее поверхностное натяжение. С увеличением вязкости начальные возмущения в струе (при ее выходе из насадки) уменьшаются; струя имеет более гладкую поверхность. Вследствие этого при своем полете струя испытывает меньшее сопротивление воздуха (при одинаковых прочих условиях). Струя более вязкой жидкости летит дальше, чем менее вязкой. Кроме того, предел допустимых скоростей, при которых еще происходит увеличение дальности полета струи, для более вязких огнесмесей значительно выше, чем для менее вязких. Таким образом, повышая вязкость огнесмеси, представляется возможным (увеличивая одновременно и скорость вылета) получить бо́льшую дальность полета струи.

Увеличение емкости выстрела, т. е. количества огнесмеси, выбрасываемой за выстрел, способствует увеличению дальности полета струи. Непрерывная струя, при прочих равных условиях, имеет бо́льшую дальность полета, чем струя прерывная.

Это можно объяснить следующими обстоятельствами.

При движении струи вокруг нее создается воздушное течение, которое обусловливает для последующих частиц жидкости меньшее

сопротивление воздуха. Влияние лобового сопротивления струи исчезает. При малых емкостях выстрела лобовое сопротивление воздуха сильно снижает живую силу струи и тем самым уменьшает дальность ее полета.

Увеличение до известной степени угла наклона насадки к горизонту увеличивает дальность полета струи. Максимальная дальность достигается обычно при углах около 32°.

Наконец, короткая и прямоточная жидкостная коммуникация огнемета обеспечивает бо́льшую дальность полета струи.

Количественная зависимость дальности струи от всех перечисленных выше условий, взятых одновременно, еще не установлена. Однако зависимость от некоторых из них частично выявлена.

Так, для водяных непрерывных струй диаметром 5—15 *мм* опытами установлено следующее соотношение между дальностью полета струи[1] (L *м*) диаметром насадки (d_0 *см*), углом наклона ее к горизонту (θ_0) и напором на выходе из насадки (H *м*):

$$L = 0{,}415 \sqrt[3]{\theta_0 d_0 H^2}, \tag{91}$$

а для предельной дальности полета струи ($L_{\text{пред}}$)

$$L_{\text{пред}} = 1{,}27\, d_0^{0{,}94} \sqrt[4]{\theta_0}. \tag{92}$$

На других опытах с водяными струями с $d_0 = 20 \div 25$ *мм*, $H = 10 \div 80$ *м* при угле наклона насадки $\theta = 32°$ найдено, что

$$L = 0{,}42H + 1000\, d_0 \tag{93}$$

(здесь L, H и d_0 — в метрах).

Для прерывных струй предложены следующие зависимости:

— для негорящих нефтяных струй (нефть вязкостью около 5 пуаз, с удельным весом 0,89 и $\theta_0 = 5—7°$

$$L_0 = 16{,}5\, (v_0^3 a_0^2)^{0{,}2}; \tag{94}$$

— для негорящих струй аномально-вязкой жидкости (6%-ный раствор порошка ОП-2 в бензине) с удельным весом 0,8

$$L_0 = 25\, (v_0^3 d_0^2)^{0{,}16}; \tag{95}$$

— для горящих нефтяных струй

$$L_0 = 22{,}5\, (v_0^3 d_0^2)^{0{,}18}; \tag{96}$$

— для горящих струй аномально-вязких жидкостей

$$L_0 = 30\, (v_0^3 d_0^2)^{0{,}23}, \tag{97}$$

где L_0 — дальность прерывной струи, соответствующая емкости выстрела 10 *л м*;
v_0 — начальная скорость вылета струи из насадки, *м/сек*;
d_0 — диаметр насадки, *м*.

Перечисленные выше формулы позволяют по величинам v_0, d_0 и H определять дальность огнеметания.

---

[1] В этом случае дальность полета струи определяется расстоянием от огнемета до центра капель, наиболее кучно расположенных на орошаемой площади.

Пример. Какую дальность огнеметания можно ожидать у огнемета с $d_0 = 30$ *мм* и $v_0 = 100$ *м/сек*?

Решение

1. Для жидкой огнесмеси (формула 96)

$$L_0 = 22{,}5\,(100^3 \cdot 0{,}03^2)^{0{,}18};$$

$$\lg L_0 = \lg 22{,}5 + 0{,}18\,(3 \lg 100 + 2 \lg 0{,}03);$$

$$\lg L_0 = 1{,}352 + 0{,}18\,(3 \cdot 2 + 2 \cdot \bar{2} \cdot 48) = 1{,}89;$$

$$L_0 = 78 \text{ м}.$$

2. Для вязкой огнесмеси (формула 97)

$$L_0 = 30\,(100^3 \cdot 0{,}03^2)^{0{,}23};$$

$$\lg L_0 = \lg 30 + 0{,}23\,(3 \lg 100 + 2 \lg 0{,}03);$$

$$\lg L_0 = 1{,}478 + 0{,}23\,(3 \cdot 2 + 2 \cdot \bar{2} \cdot 48) = 2{,}16;$$

$$L_0 = 145 \text{ м}.$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличается реальная струя от совершенной?
2. В чем сущность теории распада струи?
3. В чем сущность каждой из трех форм распада струи на капли?
4. Как влияют силы сопротивления воздуха на распад струи?
5. Что понимается под прерывной и непрерывной струей?
6. Как классифицируются струи?
7. От каких условий зависит дальность горящей струи жидкости?

ГЛАВА XIII

ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА ОГНЕМЕТОВ

§ 79. КЛАССИФИКАЦИЯ ОГНЕМЕТОВ

Огнеметы могут классифицироваться по различным признакам, например, по количеству производимых выстрелов, степени подвижности (маневренности) на поле боя, принципу действия и т. п.

По количеству производимых выстрелов различаются огнеметы однократного и многократного действия. Первые обеспечивают один, а вторые — несколько выстрелов.

По степени подвижности огнеметы делятся на стационарные и подвижные.

Стационарные огнеметы применяются главным образом в обороне и подразделяются на:

1) к р е п о с т н ы е,— устанавливаемые в долговременных фортификационных сооружениях на длительный срок;

2) т р а н ш е й н ы е,— устанавливаемые в траншеях на время их обороны;

3) фугасные,— обычно закапываемые в землю на более или менее длительный срок.

Подвижные огнеметы применяются главным образом в наступательном бою и в зависимости от способа перемещения на поле боя делятся на:

1) носимые или ранцевые, переносимые одним солдатом;

2) возимые, перевозимые на специальных тележках;

3) танковые, устанавливаемые на танках;

4) огнеметы на бронетранспортерах и бронеавтомобилях.

Как показал опыт Великой Отечественной войны, подвижные огнеметы успешно применялись и в обороне.

По принципу действия огнеметы могут быть беспоршневые и поршневые.

§ 80. БЕСПОРШНЕВЫЕ ОГНЕМЕТЫ

Огнесмесь в беспоршневом огнемете при выстреле выбрасывается непосредственно из резервуара. Емкость выстрела определяется емкостью резервуара или может регулироваться продолжительностью открытия запорного приспособления. Принципиальные схемы беспоршневых огнеметов показаны на рис. 99.

Беспоршневой огнемет однократного действия обычно состоит из резервуара *1* емкостью на один выстрел, короткой трубы *2* с брандспойтом и запорным приспособлением в виде мембраны, системы давления *3* (обычно на основе порохового заряда) и системы зажигания (зажигалки) *4*.

При срабатывании порохового заряда огнесмесь из резервуара под действием давления пороховых газов поступает в брандспойт, где после срезания мембраны выбрасывается в атмосферу. Одновременно с выбрасыванием огнесмеси приводится в действие зажигалка, поджигающая струю огнесмеси. По этой схеме выполняются, например, фугасные огнеметы.

Схемы беспоршневых огнеметов многократного действия более разнообразны.

На рис. 99, *а* показана распространенная схема современных ранцевых и некоторых танковых и крепостных огнеметов. Здесь давление в резервуаре огнемета создается при помощи сжатого воздуха или азота. Запорным приспособлением служит кран (задвижка). Число выстрелов в огнемете регулируется продолжительностью открытия запорного приспособления.

Огнемет, выполненный по схеме, показанной на рис. 99, *б*, может иметь несколько резервуаров, каждый емкостью на один выстрел. Давление в резервуаре создается при помощи пороховых газов. Запорным приспособлением может служить обратный клапан. При огнеметании огнесмесь выбрасывается поочередно из каждого резервуара.

В огнемете, изготовленном по схеме *в* (рис. 99), давление создается насосом, причем в резервуаре с огнесмесью давления **нет**.

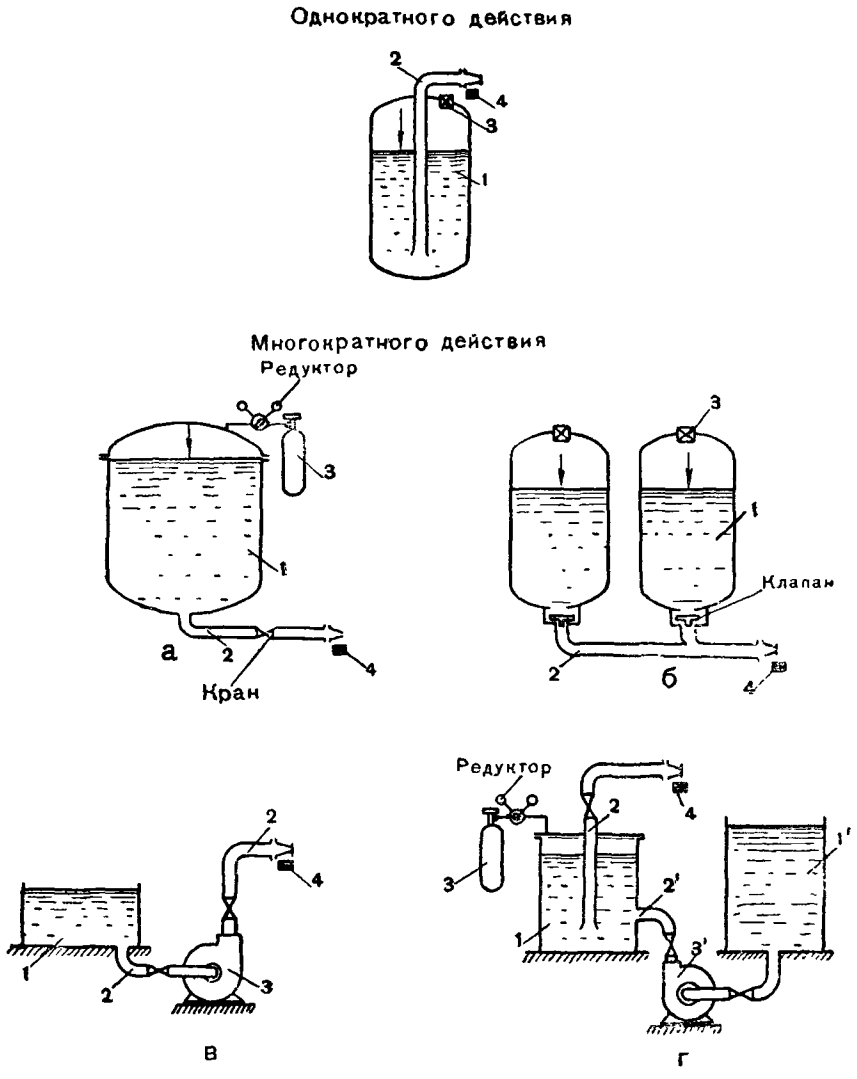


Рис. 99. Принципиальные схемы беспоршневых огнеметов:
1 и *1'* — резервуар; *2* и *2'* — жидкостная коммуникация; *3* и *3'* — система давления; *4* — зажигалка

Дальность огнеметания незначительна. По этой схеме выполнялись, например, немецкие огнеметы, установленные на танках и бронетранспортерах. Для дальнобойных огнеметов данный принцип устройства не пригоден.

Использование насоса в дальнобойном огнемете возможно в сочетании с сжатым воздухом или азотом (схема, показанная на рис. 99, *г*). Принцип действия огнемета следующий.

В рабочем резервуаре *1* при помощи сжатого воздуха или азота, поступающего из баллона *3*, создается требуемое давление. Во время огнеметания огнесмесь по трубе *2* под этим давлением выбрасывается в атмосферу. Запас огнесмеси помещается в основном резервуаре *1'* большой емкости, в котором избыточное давление не создается. Огнесмесь из основного резервуара в рабочий подается непрерывно работающим насосом *3'* по трубе *2'*.

Совместное использование сжатого газа и насоса в огнемете позволяет применять насос с производительностью в несколько раз меньшей, чем в том случае, когда для выбрасывания огнесмеси используется лишь один насос без сжатого газа. При этом мощность двигателя, необходимая для работы насоса, уменьшается во столько же раз, во сколько сократится производительность насоса. Естественно, что скорострельность огнемета в этом случае уменьшается.

Сжатый воздух в таких огнеметах теоретически не расходуется. Практически имеется некоторая потеря воздуха: часть его растворяется в огнесмеси, часть выходит из резервуара через неплотности в соединениях, часть расходуется на продувку системы и т. п.

По этой схеме выполнялись, например, немецкие крепостные огнеметы.

§ 81. ПОРШНЕВЫЕ ОГНЕМЕТЫ

Принципиальные схемы поршневых огнеметов даны на рис. 100.

Прямоточный огнемет (с движением огнесмеси в одном направлении) однократного действия (рис. 100, *а*) состоит из цилиндра *1*, жидкостной коммуникации *2* с насадкой и мембраной, поршня *3*, системы давления (с пороховым зарядом) *4* и системы зажигания (зажигалки) *5*.

При поджигании порохового заряда пороховые газы перемещают слева направо поршень, выталкивающий огнесмесь через насадку. Одновременно с выбрасыванием огнесмеси срабатывает зажигалка: огнесмесь воспламеняется и образуется горящая струя. Здесь пороховой заряд и зажигалка приводятся в действие каждый своим электрозапалом, своим воспламенительным патроном. По этой схеме был выполнен первый русский фугасный огнемет типа СПС.

На рис. 100, *б* и *в* показаны разновидности поршневых огнеметов однократного действия.

В огнемете, выполненном по схеме *б*, пороховой заряд *4* и система зажигания *5* приводятся в действие одним электрозапалом, одним воспламенительным патроном. Чтобы соблюсти это условие, прямоточность в огнемете нарушена. Поршень *3*, двигаясь влево, вытесняет огнесмесь в сифонную трубу *2*. Гидравлические качества этого огнемета хуже, чем огнемета, выполненного по схеме *а*. Устройство и эксплоатация такого огнемета более сложны.

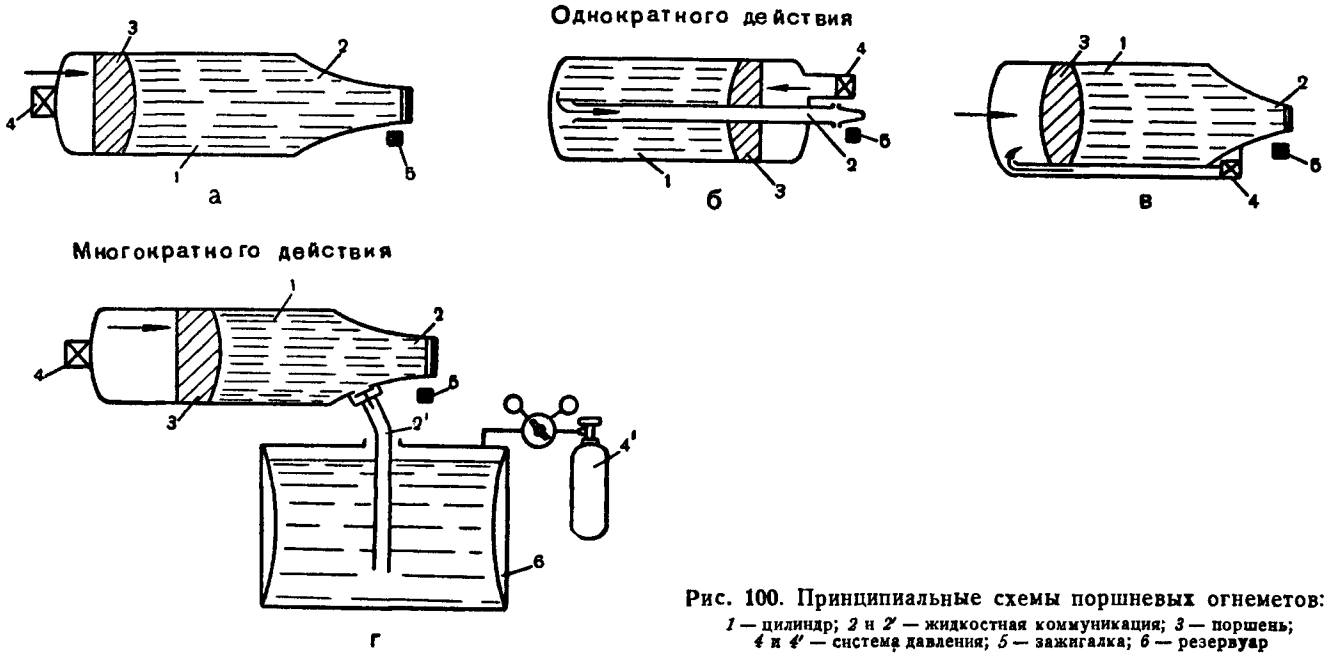


Рис. 100. Принципиальные схемы поршневых огнеметов:
1 — цилиндр; *2* и *2'* — жидкостная коммуникация; *3* — поршень; *4* и *4'* — система давления; *5* — зажигалка; *6* — резервуар

В огнемете, выполненном по схеме *в*, пороховой заряд и система зажигания также приводятся в действие одним электрозапалом, одним воспламенительным патроном. Прямоточность движения огнесмеси сохраняется. Пороховые газы, полученные от сгорания заряда, подаются под поршень по трубке, расположенной внутри цилиндра огнемета.

Огнеметы многократного действия выполняются по схеме, показанной на рис. 100, *г*. В таком огнемете, кроме рабочего цилиндра *1*, имеется резервуар *6*, в котором помещается основной запас огнесмеси. Емкость выстрела определяется емкостью рабочего цилиндра. Подача огнесмеси из резервуара в цилиндр может производиться при помощи сжатого воздуха из баллона *4'* или при помощи других средств, например, насоса, пороховых газов и т. п.

Выстрел осуществляется так же, как и в огнемете однократного действия, т. е. при помощи поршня, приводимого в движение пороховыми газами.

Поршневые пороховые огнеметы многократного действия, созданные и усовершенствованные русскими инженерами, имеют ряд преимуществ по сравнению с беспоршневыми огнеметами.

1. Давление, необходимое для производства выстрела (значительное в современных огнеметах), создается лишь в рабочем цилиндре. Резервуар для огнесмеси находится под меньшим давлением, необходимым лишь для перемещения огнесмеси из него в цилиндр. Это позволяет уменьшить вес резервуара и, следовательно, вес всего огнемета. Уменьшается также опасность для обслуживающего персонала при возможном повреждении резервуара в бою.

2. Наличие поршня в цилиндре, разделяющего горячие пороховые газы от холодной огнесмеси, уменьшает охлаждение газов; давление их снижается незначительно, что позволяет применять меньший по величине пороховой заряд.

3. Жидкостная коммуникация огнемета короткая, с малым количеством местных сопротивлений. Для транспортировки по ней огнесмеси требуется затрата незначительного давления, следовательно, имеется возможность снизить давление пороховых газов в резервуаре, поэтому возможно уменьшить и величину порохового заряда. Кроме того, такая коммуникация вызывает малые начальные возмущения в струе и обеспечивает бо́льшую ее дальность.

В поршневых огнеметах представляется возможность автоматизации всех процессов, необходимых для производства выстрела: подачи и приведения в действие порохового заряда, системы зажигания, запорного приспособления, системы выхлопа газов и т. п.

§ 82. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОГНЕМЕТАМ

Основными общими требованиями, предъявляемыми ко всем огнеметам, являются:

— безотказность действия во всех условиях погоды, времени суток и года;

— простота устройства и изготовления;
— прочность частей;
— удобство эксплоатации;
— быстрота приведения в боевую готовность.

К отдельным типам огнеметов предъявляются частные требования, предусматривающие:
— дальность огнеметания;
— минимальный вес огнемета;
— количество выстрелов;
— скорострельность;
— количество людей, потребное для обслуживания огнемета.

Частные требования, предъявляемые к огнеметам различных типов следующие.

Ранцевые огнеметы. Дальность огнеметания должна превышать дальность броска ручной гранаты и составлять 40—100 *м*. Вес огнемета не должен превосходить походной нагрузки на одного солдата, т. е. 20—23 *кг*. Количество выстрелов 2—6. Обслуживает огнемет 1 человек.

Фугасные огнеметы. Фугасный огнемет должен допускать переноску не более чем двумя солдатами, т. е. иметь полный вес не более 50—60 *кг*. При установке в первой траншее огнемет должен обеспечивать возможность поражения противника струей у проволочных заграждений, т. е. дальность огнеметания должна быть 120—200 *м*.

Огнемет должен легко транспортироваться на поле боя, легко устанавливаться и приводиться в действие при помощи электрического тока и ударного приспособления.

Танковые огнеметы. Дальность огнеметания танкового огнемета должна превышать расстояние от проволочных заграждений до траншей или расстояние между первой и второй траншеями первой полосы обороны, т. е. 120—200 *м*. Скорострельность 20—30 выстрелов в минуту.

Огнемет должен обеспечивать автоматическую стрельбу и перезарядку. Обслуживает огнемет 1 человек.

§ 83. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОГНЕМЕТОВ

Каждый огнемет имеет следующие основные элементы:

1) резервуар для хранения огнесмеси до момента производства выстрела, а в поршневых огнеметах, кроме того, цилиндр с поршнем;

2) жидкостную коммуникацию для перемещения огнесмеси из резервуара к насадке;

3) систему давления для обеспечения движения огнесмеси в коммуникации и выбрасывания ее в атмосферу;

4) систему зажигания струи (зажигалку).

Резервуары, применяемые в огнеметах, по своей емкости и форме бывают различны в зависимости от типа огнемета.

Емкость резервуара определяется количеством выстрелов, производимых из огнемета. Так, емкость резервуаров ранцевых огнеметов равна 10—20 *л*, фугасных 20—30 *л*; танковых огнеметов, а также огнеметов, установленных на бронетранспортерах и броневтомобилях, 200—3000 *л*; крепостных огнеметов до 6000 *л*, а иногда и больше.

Форма резервуаров зависит от наличия или отсутствия в них избыточного давления.

Резервуары, работающие под давлением, как правило, имеют цилиндрическую форму. Однако при ограниченном месте, отводимом для размещения резервуаров, например, в огнеметных танках, резервуары могут быть прямоугольной формы с плоскими стенками и днищами, эллипсовидные и т. д.

Резервуары, работающие без давления, обычно бывают с плоскими стенками.

В ранцевых огнеметах большое значение имеет удобство носки. Для удобства носки резервуары изготовляются в форме ранца, как, например, у нашего огнемета РОКС-2, в форме цилиндрического кольца или сдвоенными. Такая конструкция резервуаров обеспечивает их прилегание к большей части поверхности спины огнеметчика.

Кроме того, для удобства носки резервуар может располагаться рядом с воздушным баллоном, как, например, в нашем огнемете РОКС-3.

В фугасных, траншейных и ранцевых огнеметах вес резервуара должен быть возможно меньшим, поэтому они изготовляются из высококачественной стали, что дает возможность уменьшить толщину стенок.

В поршневых огнеметах, кроме резервуара, имеется цилиндр с поршнем. Размеры цилиндра определяются емкостью выстрела. В зависимости от дальности огнеметания емкость цилиндра бывает от 3 до 25 *л*.

Прочность резервуаров и цилиндров огнеметов определяется по формулам, приведенным в § 13 и 14.

Жидкостная коммуникация состоит из трубопроводов, шлангов (рукавов), запорных приспособлений и брандспойта.

Трубопроводы выполняются из стальных цельнотянутых труб. Шланги используются бензиностойкие, рассчитанные на высокое давление (50 *ати* и больше). Запорными приспособлениями в трубопроводах являются краны, задвижки, обратные клапаны и мембраны.

Трубопроводы огнеметов отличаются от трубопроводов других машин и приборов тем, что по ним двигается огнесмесь с большими расходами. Известно, что расход равен произведению средней скорости движения жидкости в трубе на живое сечение трубы. Для уменьшения веса и размеров трубы желательно, чтобы сечение ее было возможно меньшим. Но это влечет за собой увеличение средней скорости движения жидкости в трубе. Увеличение же скорости вызывает повышение гидравлических сопротивлений и вынуждает

создавать повышенное давление в резервуаре или цилиндре огнемета.

Снижения давления в резервуаре или цилиндре огнемета можно достигнуть уменьшением средней скорости и применением коротких трубопроводов, имеющих меньшее количество всякого рода сопротивлений: резких поворотов, изменений сечений и т. п. Следует также иметь в виду, что длинные трубопроводы с большим количеством сопротивлений вызывают завихрения в огнесмеси. Эти завихрения увеличивают возмущения в струе по выходе ее из огнемета, вызывают преждевременный распад струи и уменьшают ее дальность полета.

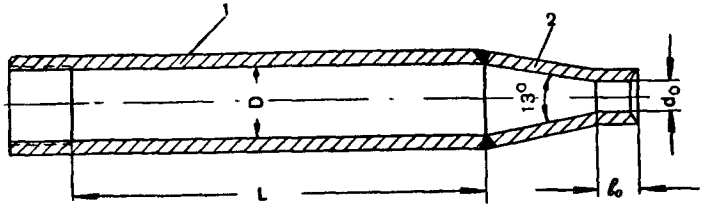


Рис. 101. Брандспойт огнемета:
1 — ствол; *2* — насадка

Обычно скорость огнесмеси в трубах огнеметов составляет 8—40 *м/сек*, а сопротивления в них, в зависимости от типа огнемета, достигают: в поршневых огнеметах 10—30%, в беспоршневых 20—70% от давления в резервуаре.

Большая роль в окончательном формировании струи принадлежит брандспойту.

Брандспойт (рис. 101) состоит из ствола *1* и насадки *2* и, кроме формирования струи, служит для направления ее в цель.

Стволы могут иметь коническую или цилиндрическую форму. Так как цилиндрические стволы проще в изготовлении, то они чаще применяются в огнеметах, чем конические стволы.

При движении по жидкостной коммуникации огнемета в огнесмеси возникают завихрения вследствие турбулентности потока и винтового движения жидкости. Винтовое движение образуется при поворотах потока или при отклонении формы сечения его от круга. При движении жидкости в колене (рис. 102) у внешних его стенок скорость потока уменьшается, а давление p увеличивается. Вследствие этого возникает винтовое движение жидкости. Появившееся винтовое движение не исчезает после источника, создавшего это движение, на длине более чем 50 диаметров ствола D (рис. 101). Поэтому для уничтожения винтового движения огнесмеси необходимо иметь длину ствола брандспойта L более 50 диаметров ствола. Однако по многим причинам ствол приходится укорачивать, а для уничтожения винтового движения в ствол брандспойта устанавливают успокоитель.

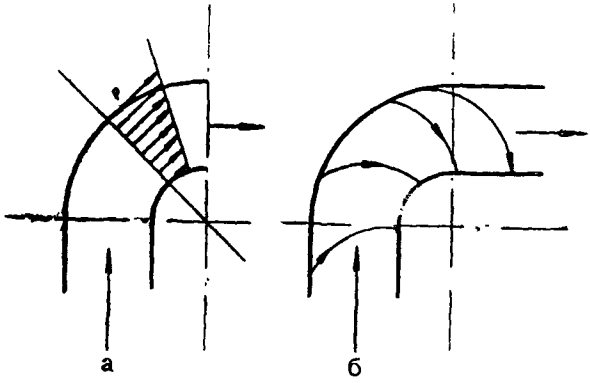


Рис. 102. Движение огнесмеси в колене:
а — распределение давления; *б* — винтовое движение жидкости

Сущность устройства успокоителя заключается в том, что вдоль потока огнесмеси устанавливают две или более перегородки, которые гасят возникающие в огнесмеси винтовые вихри.

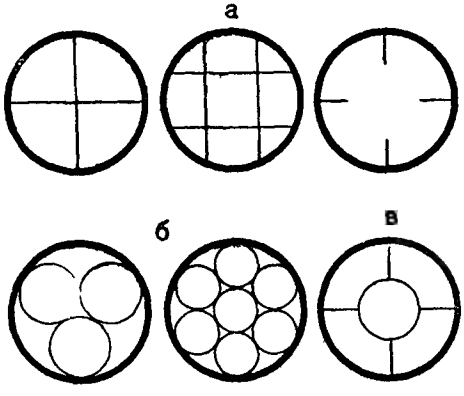


Рис. 103. Виды успокоителей:
а — пластинчатые; *б* — трубчатые; *в* — комбинированный

Успокоители (рис. 103) бывают пластинчатые (*а*), трубчатые (*б*) и комбинированные (*в*). Наиболее простыми, удобными в эксплоатации и достаточно эффективными для огнеметов являются пластинчатые успокоители, выполненные из двух крестообразно установленных пластинок. Увеличение числа пластинок и трубок в успокоителе увеличивает его гидравлические сопротивления, а наличие каналов некруглой формы может даже возбудить в жидкости (после успокоителя) вторичные завихрения.

Успокоители выполняют свое назначение лишь тогда, когда они:

1) состоят из тонких, хорошо обработанных пластинок, заостренных на выходе, длиной 5—6 диаметров ствола;

2) удалены от колена или источника возмущения на расстояние 3,5, а от насадки 1—2 диаметра ствола D (рис. 104).

Успокоители находят применение в отечественных огнеметах. Так, в ранцевом огнемете РОКС-3, имеющем сравнительно короткий ствол, установлен пластинчатый успокоитель, состоящий из двух крестообразно расположенных пластинок.

Последней деталью жидкостной коммуникации, заканчивающей формирование струи, является насадка.

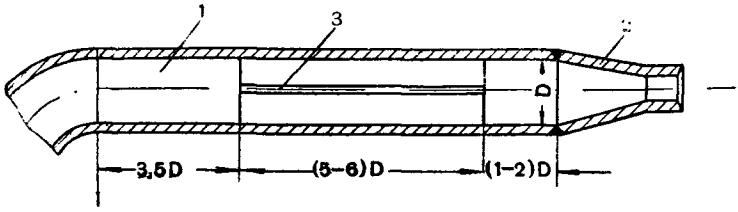


Рис. 104. Установка успокоителя:
1 — ствол; *2* — насадка; *3* — успокоитель

Основное назначение насадки — перевод потенциальной энергии потока (давления) в кинетическую энергию (в скорость).

Начальная скорость вылета струи из насадки в современных огнеметах составляет 30—130 *м/сек*. При таких скоростях устройство и качество изготовления насадок приобретает важное значение.

Плохое изготовление или неправильное устройство насадки вызывает увеличение сопротивлений огнемета, а следовательно, и давления в его резервуаре (или цилиндре); кроме того, оно способствует увеличению в струе начальных возмущений, ведет к преждевременному ее распаду и уменьшению дальности полета.

Насадка должна удовлетворять следующим гребованиям:

1) степень поджатия струи (т. е. отношение сечения ствола к сечению выходного отверстия насадки) должна быть 5—5,5;

2) переход от ствола к выходному отверстию должен быть плавным, причем угол конусности должен составлять около 13°;

3) насадка должна оканчиваться цилиндром длиной до одного диаметра выходного отверстия и иметь раззенковку;

4) внутренняя поверхность насадки должна быть гладкая, так как забоины и царапины вызывают ускорение распада струи и сокращение ее длины.

§ 84. ПРИБЛИЖЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРЕ И ЦИЛИНДРЕ ОГНЕМЕТА

При оценке трофейных огнеметов, а также в других случаях иногда необходимо хотя бы приближенно определить давление в резервуаре или цилиндре огнемета или скорость вылета огнесмеси из насадки.

Давление в резервуаре огнемета может быть определено следующим образом.

Пусть имеется, например, ранцевый огнемет, схема которого показана на рис. 105. Воспользуемся уравнением Бернулли

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h = H \qquad (98)$$

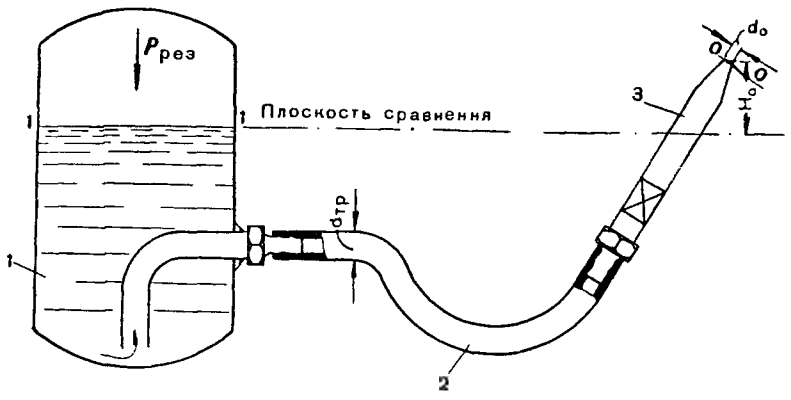


Рис. 105. Схема огнемета:
1 — резервуар; *2* — шланг; *3* — брандспойт

и уравнением неразрывности струи или уравнением постоянства расхода

$$q = v\omega, \tag{99}$$

где z — высота положения данного сечения трубы, считая от произвольно выбранной плоскости сравнения;

$\frac{p}{\gamma}$ — высота, соответствующая давлению p в данном сечении (γ — вес единицы объема жидкости);

$\frac{v^2}{2g}$ — скоростной напор в данном сечении (g — ускорение силы тяжести);

h — потеря напора на трение в трубе, считая от входа до данного сечения;

H — весь располагаемый напор в данном сечении (постоянная величина);

v — средняя скорость потока в данном сечении;

ω — данное живое сечение;

q — расход огнесмеси.

При установившемся движении жидкости уравнение Бернулли показывает, что сумма высот $\left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h_0\right)$ в любом сечении потока есть величина постоянная и равная располагаемому напору (H).

Уравнение неразрывности (99) в свою очередь указывает, что при данном характере движения произведение скорости на живое сечение потока есть также величина постоянная и равная расходу.

Положим, что падения уровня в резервуаре не происходит; тогда движение огнесмеси по коммуникации можно принять за установившееся.

Возьмем за плоскость сравнения поверхность *1—1*, проходящую через уровень огнесмеси в резервуаре. Тогда уравнение Бернулли и уравнение неразрывности для сечений потока *1—1* и *0 –0* напишутся следующим образом:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} + h_{1-0}; \tag{100}$$

$$v_1\omega_1 = v_0\omega_0 = q, \tag{101}$$

где z_1 — высота положеиня сечения *1—1* (совпадает с плоскостью сравнения, а потому равна нулю);

p_1 — давление, равное нзбыточному давлеиию в резервуаре $p_{рез}$;

v_1 — скорость движения огнесмесн в резервуаре; относительно скорости двнжения в насадке v_1 мала и может быть приравнена нулю;

z_0 — высота положения сечения *0—0* относительно плоскости сравнения (равна H_0);

p_0 — атмосферное давление в избыточных атмосферах; равно нулю;

v_0 — скорость вылета струи из насадки;

ω_1 и ω_0 — живое сечение потока в резервуаре *1—1* и на выходе из насадки *0—0*;

h_{1-0} — потери напора, идущие на преодоленне всех сопротнвлений на путн движення огнесмеси от резервуара до выходного сечения насадки;

H_0 — высота, обычно малая по сравнению с $\frac{p_{рез}}{\gamma}$; ею можно пренебречь ($H_0 = 0$).

Подставляя соответствующие значения перечислениых выше велнчин з уравнение (100), получим

$$\frac{p_{рез}}{\gamma} = \frac{v_0^2}{2g} + h_{1-0}. \tag{102}$$

Потерн напора h_{1-0} слагается из суммы сопротивления в прямых трубах $h_{тр}$ и местных сопротнвлений $h_м$, т. е. $h_{1-0} = h_{тр} + h_м$.

Потери напора можно выразить так

$$h_{1-0} = \xi \frac{v_0^2}{2g},$$

где ξ — суммарный коэфициент сопротивления всей коммуникации огнемета. Тогда

$$\frac{p_{рез}}{\gamma} = \frac{v_0^2}{2g}(1 + \xi)$$

или

$$v_0 = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi}} \sqrt{2g \frac{p_{рез}}{\gamma}}.$$

Величина $\frac{1}{\sqrt{1 + \xi}}$ есть коэфициент скорости всей коммуннкации и обозначается буквой φ.

Тогда скорость вылета струн из насадки (v_0) определится по формуле

$$v_0 = \varphi \sqrt{2g \frac{p_{рез}}{\gamma}}, \tag{103}$$

а давленне в резервуаре

$$p_{рез} = \frac{\gamma}{2g} \cdot \frac{v_0^2}{\varphi^2}. \tag{104}$$

В данных формулах величины выражены:

$p_{рез}$ — в *кг/м²*;

γ — в *кг/м³*;

g — в *м/сек²*;

v_0 — в *м/сек*.

Для удобства пользования формулами выразим $p_{рез}$ в избыточных атмосферах (*ати*), γ — в *кг/дм*³, а g примем округленно равным 10 *м/сек*². Тогда давление в резервуаре будет равно

$$p_{рез} = \frac{1000}{2 \cdot 10 \cdot 10000} \gamma \frac{v_0^2}{\varphi^2}$$

или

$$p_{рез} = 0{,}005 \gamma \frac{v_0^2}{\varphi^2}, \qquad (105)$$

а скорость вылета

$$v_0 = 14{,}2\varphi \sqrt{\frac{p_{рез}}{\gamma}}. \qquad (106)$$

При определении точной величины давления в резервуаре и скорости вылета огнесмеси необходимо определить φ на основе точного учета всех сопротивлений.

Для приближенной оценки величины скорости вылета струи v_0 из насадки или возможного давления в резервуаре огнемета значения коэфициентов φ и φ^2 можно принимать следующие:

1) для фугасных огнеметов $\varphi = 0{,}8 \div 0{,}9$; $\varphi^2 = 0{,}64 \div 0{,}81$;
2) для ранцевых огнеметов $\varphi = 0{,}55 \div 0{,}7$; $\varphi^2 = 0{,}3 \div 0{,}49$.

В цилиндре поршневых огнеметов вследствие трения поршня о стенки цилиндра гидравлические сопротивления увеличиваются. Однако жидкостная коммуникация их короче, чем в беспоршневых огнеметах, и имеет меньшее количество местных сопротивлений.

Общее гидравлическое сопротивление поршневых огнеметов меньше, чем беспоршневых. Коэфициент скорости в них можно приближенно брать $\varphi = 0{,}85 \div 0{,}95$, а $\varphi^2 = 0{,}72 \div 0{,}90$.

§ 85. СИСТЕМА ДАВЛЕНИЯ

Давление в резервуаре или перед насадкой огнемета создается при помощи сжатых и пороховых газов, насосов и совместным применением насосов и сжатого газа

Применение сжатых газов является одним из наиболее распространенных способов создания давления в огнеметах.

В качестве сжатых газов в огнеметах используют воздух и инертные газы: азот и углекислоту. Ценность инертных газов заключается в том, что смесь этих газов с парами бензина, которые выделяются из огнесмеси, безопасна в отношении взрыва.

Применение сжатых газов в огнеметах обеспечивает значительную простоту устройства огнеметов.

Недостатком применения сжатого воздуха является необходимость иметь в огнеметных частях или на станциях снабжения громоздкие компрессорные станции, а в комплекте самих огнеметов сравнительно тяжелые баллоны.

Обеспечение огнеметных частей инертными газами производится из глубокого тыла, что сильно усложняет систему снабжения.

Применение насосов в огнеметах дает некоторые преимущества по сравнению с другими способами создания давления: в резервуаре не создается давление, что обеспечивает большую безопас-

ность для огнеметчиков в случае повреждения резервуара; отпадает необходимость в компрессорных станциях; упрощается снабженне огнеметов.

Однако в современных дальнобойных огнеметах для приведения в действие насосов требуются двигатели весьма большой мощности, что не может быть практически осуществлено в подвижных огнеметах, установленных на танках, бронетранспортерах и др. Поэтому использование в дальнобойных огнеметах ценных свойств насосов возможно лишь при совместном применении их со сжатым воздухом или инертными газами, как сказано выше (см. § 80).

Вполне современным и эффективным способом создания давления является использование в огнеметах пороховых газов. Этот способ, примененный впервые в русской армии, пока незаменим для дальнобойного огнеметания.

Пороховые газы получаются от сгорания пороховых зарядов (патронов), основное преимущество которых заключается в быстроте освобождения потенциальной энергии пороха и превращения ее в кинетическую. Развиваемая при этом мощность в сотни и тысячи раз превосходит мощность, получаемую от использования любого другого горючего одинакового веса.

По своим размерам пороховые заряды малы, просты по устройству, удобны в обращении и имеют небольшой вес.

От порохового заряда, применяемого для огнеметов, требуется, чтобы он горел медленно (в течение десятых долей секунды) и обеспечивал при этом постоянство давления. Замедленное горение заряда достигается применением медленно горящих нитроглицериновых и пироксилиновых порохов.

Постоянство давления за время горения порохового заряда достигается применением пороха в виде трубок, которые сохраняют при горении практически постоянную поверхность горения.

Пороховая трубка горит как изнутри, так и снаружи. При этом внутренняя поверхность ее с течением времени увеличивается, а внешняя уменьшается; общая же поверхность горения трубки в каждый момент времени горения сохраняется приблизительно одинаковой. При горении пороховых трубок в каждую единицу времени выделяется одинаковое количество пороховых газов, а следовательно, в огнемете сохраняется постоянное давление. Поэтому дальность полета отдельных порций огнесмеси в течение выстрела не меняется.

Применение пороха в виде трубок с многими каналами или в виде ленты, цилиндра, куба вызывает переменное давление в огнемете и приводит к рассеиванию частиц огнесмеси при выстреле.

Так как для воспламенения порохового заряда необходимо создать в пороховой камере огнемета давление 20—30 *ата*, то пороховой заряд обычно состоит из основного состава, переходного состава и воспламенителя. Воспламенитель и переходной состав заряда служат для воспламенения основного состава. В качестве воспламенителя берется черный порох, в качестве переходного со-

става применяется пироксилиновый порох в виде цилиндриков с несколькими каналами. Основным составом заряда является пироксилиновый или нитроглицериновый трубчатый порох.

При срабатывании огнемета сначала поджигается воспламенитель, а затем переходной состав. В результате их горения в камере огнемета создается требуемое давление, при котором воспламеняется основной состав заряда.

Следует учитывать, что при неполном заполнении резервуара огнесмесью объем камеры сгорания (пороховая камера плюс воздушная подушка) увеличивается. При этом давление, образующееся от сгорания воспламенителя и переходного состава, падает и становится недостаточным для воспламенения основного заряда, что приводит к отказу в действии огнемета.

При негерметичности пороховой камеры и утечке пороховых газов также могут быть отказы в зажигании основного состава заряда.

Заряды из черного пороха для огнеметов непригодны. Они воспламеняются почти мгновенно, при этом создается чрезмерное (против обычного) давление, которое может вызвать разрушение огнемета. При достаточной прочности огнемета дальность полета отдельных порций огнесмеси во время выстрела переменная: первые порции летят дальше, последние ближе.

Величина порохового заряда для огнеметов различных типов не одинакова и зависит от многих условий: дальности огнеметания, емкости выстрела, количества выстрелов, качества пороха, свойств огнесмеси и т. п. Для огнемета каждого типа величина заряда вполне определенная. Увеличение или уменьшение заряда вызывает не одинаковую дальность полета отдельных порций огнесмеси во время выстрела. Кроме того, следует иметь в виду, что увеличение заряда не всегда увеличивает дальности огнеметания, но в некоторых случаях может привести к разрушению огнемета.

Важной величиной в заряде является толщина (свод) пороховых трубок, которая определяет время горения заряда. Применение более толстых или более тонких пороховых трубок, чем указано для данного огнемета, обусловливает переменную дальность полета отдельных порций огнесмеси во время выстрела.

На характер горения заряда может влиять качество мембраны, применяющейся как запорное приспособление. Большая ее прочность (выше расчетной) вызывает повышение начального давления пороховых газов и нарушает постоянство давления в огнемете. При этом дальность огнеметания во время выстрела становится переменной: первые порции огнесмеси летят дальше, последние ближе, а мембрана срезается позже, чем обычно. За это время зажигательная шашка, применяющаяся для поджигания огнесмеси, может уже сгореть, и струя огнесмеси окажется неподожженной.

На рис. 106 в качестве примера приведена индикаторная диаграмма для фугасного огнемета ФОГ-2.

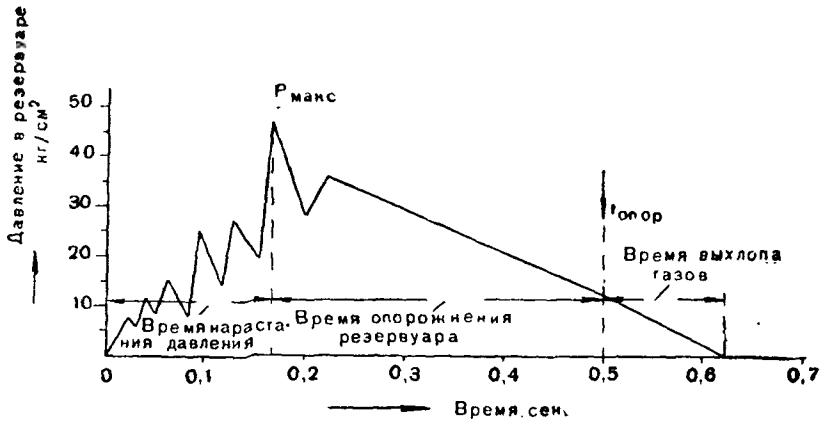


Рис. 106. Индикаторная диаграмма для ФОГ-2

Величина и размеры порохового заряда для огнеметов. Величина порохового заряда для огнеметов может быть определена по формуле

$$G = \frac{pv}{f\eta}, \tag{107}$$

где G — вес порохового заряда, *кг*;
p — абсолютное давление в резервуаре (цилиндре) огнемета, *кг/м²*;
v — полный объем резервуара огнемета (цилиндра), *м³*;
f — сила пороха, *кгм/кг* (для пироксилинового пороха $f = 85\,000$ *кгм/кг*);
η — коэфициент, учитывающий расширение газов и тепловые потери (для поршневых огнеметов $\eta = 0{,}60 \div 0{,}70$; для беспоршневых $\eta = 0{,}18 \div 0{,}25$).

Скорость горения пороха можно найти по формуле

$$u = 0{,}053p^{0{,}67}, \tag{108}$$

где u — линейная скорость горения пороха, *см/сек*;
p — давление в резервуаре (цилиндре) огнемета, *ата*.

Толщина трубок (толщина свода) заряда для огнеметов вычисляется по формуле

$$\Delta = 2ut_{опор}, \tag{109}$$

где Δ — толщина свода, *см*;
u — линейная скорость горения пороха, *см/сек*;
$t_{опор}$ — время опорожнения огнемета, или продолжительность огнеметного выстрела, секунды.

Учитывая время разгорания заряда и отклонение действительного процесса горения от теоретического, величину Δ следует увеличивать на 15—25%.

Число трубок (n) в заряде находится по формуле

$$n = \frac{G}{0{,}785\,(D^2 - d^2)l\gamma}, \tag{110}$$

где G — вес порохового заряда, *г*;
D и d — наружный и внутренний диаметры трубки, *см*;
l — длина трубки, *см*;
γ — удельный вес пороха, *г/см³* (для пироксилинового пороха $\gamma = 1{,}6$ *г/см³*).

Пример. Определить величину и размеры порохового заряда к огнемету АТО-42, если известно, что объем цилиндра с камерой $v = 10 + 1 = 11$ *л*, давление в цилиндре $p = 25$ *ати*, продолжительность огнеметного выстрела $t_{опор} = 0{,}2$ сек., трубки пироксилинового пороха с $\gamma = 1{,}6$ *г/см*^{3} имеют длину $l = 6$ *см* и внутренний диаметр $d = 0{,}3$ *см*.

Решение. 1. Величина заряда

$$G = \frac{260000 \cdot 0{,}011}{85000 \cdot 0{,}6} = 0{,}057 \text{ кг} = 57 \text{ г}.$$

2. Скорость горения пороха

$$u = 0{,}053 \cdot 26^{0{,}67} = 0{,}47 \text{ см/сек}.$$

3. Толщина свода

$$\Delta = 2 \cdot 0{,}47 \cdot 0{,}2 \simeq 0{,}19 \text{ см}.$$

Учитывая разгорание, увеличиваем Δ до 0,25 *см*.

4. Число трубок в заряде

$$D = d + 2\Delta; \quad D = 0{,}3 + 2 \cdot 0{,}25 = 0{,}8 \text{ см};$$

$$n = \frac{57}{0{,}785\,(0{,}8^2 - 0{,}3^2)\,6 \cdot 1{,}6} \simeq 14 \text{ шт}.$$

Коэфициент полезного использования порохового заряда в огнеметах (КПИ). КПИ в огнеметах представляет собой отношение энергии струи огнесмеси, выбрасываемой из насадки, к полному запасу энергии порохового заряда.

Энергия выбрасываемой огнесмеси (полезная энергия в огнемете) $N_{огн}$ равна

$$N_{огн} = G_0 \frac{v_0^2}{2g},$$

где G_0 — вес огнесмеси в резервуаре (цилиндре) огнемета, *кг*;
v_0 — начальная скорость вылета струи из насадки, *м/сек*;
g — ускорение силы тяжести (9,81 *м/сек*^{2}).

Полный запас энергии порохового заряда ($N_{зар}$) равен

$$N_{зар} = \frac{fG}{\theta},$$

где f — сила пороха, *кгм/кг*;
G — вес заряда, *кг*;

$$\theta = \frac{C_p}{C_w} - 1 \simeq 0{,}2.$$

Коэфициент полезного использования пороха

$$\text{КПИ} = \frac{N_{огн}}{N_{зар}}.$$

Величина КПИ в огнеметах невелика и составляет для ФОГ-2 около 6%, а для АТО-42 около 9%.

§ 86. СИЛА ОТДАЧИ В ОГНЕМЕТАХ

Сила отдачи в огнеметах может быть значительной и с ней приходится считаться при эксплоатации огнеметов.

В ранцевых огнеметах сила отдачи стремится опрокинуть огнеметчика. Вследствие этого при выстреле ему приходится наклоняться в сторону огнеметания.

В фугасных огнеметах при ненадежном их креплении сила отдачи может опрокинуть огнемет, и струя будет направлена вверх или в сторону от цели.

В танковых и других типах огнеметов сила отдачи заставляет усиливать крепление огнемета.

Величина силы отдачи (R) зависит от массы секундного расхода огнесмеси (m_0) и начальной скорости вылета струи из насадки огнемета (v_0)

$$R = m_0 v_0. \tag{111}$$

Масса секундного расхода огнесмеси может быть выражена следующим образом:

$$m_0 = \frac{\gamma q}{g},$$

где γ — удельный вес огнесмеси;

q — секундный расход огнесмеси,

g — ускорение силы тяжести.

Секундный расход огнесмеси q в свою очередь может быть выражен через скорость v_0 и диаметр выходного отверстия насадки d_0, т. е.

$$q = \frac{\pi d_0^2}{4} v_0.$$

Тогда, подставляя значения m_0 и q в уравнение (111), найдем величину силы отдачи

$$R = \frac{\pi}{4g} \gamma d_0^2 v_0^2, \tag{112}$$

а выражая R в *кг*, v_0 в *м/сек*, d_0 в *см*, γ в *кг/дм*^{3} (например, для воды $\gamma = 1{,}0$ *кг/дм*^{3}) и вычисляя постоянные с учетом, что $g = 9{,}8$ *м/сек*^{2}, а $\pi = 3{,}14$, получим

$$R = 0{,}008 \gamma d_0^2 v_0^2. \tag{113}$$

Пример. Определить величину силы отдачи (R) при действии фугасного огнемета ФОГ-2, если скорость вылета огнесмеси $v_0 = 60$ *м/сек*, диаметр насадки $d_0 = 2{,}8$ *см*, $\gamma = 0{,}8$.

Решение. По формуле (113)

$$R = 0{,}008 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}8^2 \cdot 60^2 = 182 \text{ кг}.$$

§ 87. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Система зажигания, или, как ее часто называют, зажигалка, служит в огнеметах для поджигания струи огнесмеси.

Поджигание струи огнесмеси — довольно трудная задача. Трудность заключается в том, что, как известно, капля жидкой огнесмеси не воспламеняется. Чтобы поджечь струю, необходимо с некоторой ее поверхности сначала испарить летучие составные части огнесмеси, а затем нагреть их до температуры воспламенения. Для этого огнесмесь нужно нагреть, т. е. подвести к ней требуемое количество тепла.

Количество тепла, потребное для воспламенения струи, зависит от свойств огнесмеси: упругости паров легко летучих составных ее частей и их температуры воспламенения. Так, например, поджечь струю огнесмеси, состоящей из бензольной головки, загущенной ОП-2, легче, чем поджечь струю, состоящую из бензина второго сорта, загущенного ОП-2. Это объясняется тем, что упругость

паров бензольной головки больше, чем упругость паров бензина. Следовательно, и скорость испарения ее также больше скорости испарения бензина. Кроме того, температура воспламенения бензольной головки меньше температуры воспламенения бензина.

Поджигание струи в огнеметах обычно производится пламенем какого-либо горючего вещества (бензина, водорода и др.) зажигалки. От пламени зажигалки к струе требуется передать определенное количество тепла. Передача тепла струе обеспечивается соответствующими размерами и температурой пламени горючего вещества зажигалки и временем его воздействия на струю (временем его контакта со струей). Сообщение струе необходимого количества тепла зажигалкой обусловливает эффективность поджигания струи.

Эффективность поджигания струи может достигаться изменением качества пламени (размера и температуры) и времени его контакта со струей. При одинаковом времени контакта эффективность поджигания струи может быть повышена путем увеличения температуры или размеров пламени. При одинаковом качестве пламени удлинение времени контакта повышает эффективность поджигания. Обычно температура пламени горючего вещества зажигалки значительно превышает температуру воспламенения легко летучих составных частей огнесмеси и составляет около 1500—2500° С.

Время контакта пламени зажигалки со струей огнесмеси в современных огнеметах составляет 0,0025—0,01 секунды. За этот короткий промежуток времени струе должно быть сообщено количество тепла, достаточное для испарения некоторой части летучих составных частей и нагревания их до температуры воспламенения.

Время контакта пламени со струей (τ) может быть легко определено по формуле

$$\tau = \frac{l}{v_0} \text{ сек.}, \qquad (114)$$

где l — длина пламени зажигалки по направлению, совпадающему с направлением струи огнесмеси, *см*;

v_0 — начальная скорость вылета струи огнесмеси, *м/сек*.

Время контакта пламени зажигалки со струей для отечественных огнеметов указано в табл. 22.

Таблица 22

Время контакта пламени зажигалки со струей

Название огнемета	Диаметр пламени *см*	Длина пламени *см*	Скорость вылета струи *м/сек*	Время контакта сек.
АТО-42	25—30	80—100	70	0,0115—0,0125
ФОГ-2	7—8	30—35	80	0,0038—0,0044
РОКС-3	12—15	40—45	32	0,0125—0,0140

К системе зажигания предъявляется ряд перечисляемых ниже основных требований:

1. Пламя, создаваемое зажигалкой, должно быть достаточно большим и иметь высокую температуру, обеспечивающую поджигание огнесмесей определенной вязкости.

2. Время контакта пламени со струей для современных огнесмесей должно быть более 0,002 секунды.

3. Горючие вещества, применяющиеся в зажигалках, не должны усложнять снабжения огнеметных частей.

4. Система зажигания должна:

— действовать лишь во время выстрела; в другое время она не должна демаскировать огнемет;

— находиться в постоянной боевой готовности и быстро приводиться в действие;

— быть безотказной;

— быть простой по устройству и удобной в эксплоатации.

В огнеметах применяются зажигалки различных типов. Они могут классифицироваться в зависимости от рода горючего вещества, применяемого в них, и от способа его воспламенения.

В качестве горючих веществ для образования пламени в зажигалках применяются: пакля, смоченная бензином или огнесмесью; распыленный бензин; распыленная огнесмесь; газы (водород, ацетилен); пороха́; воспламенительные составы и др.

Способы воспламенения горючего вещества в зажигалках разнообразны. Воспламенение горючего вещества может производиться спичкой, горящим фитилем, при помощи химической реакции, теркой, электрическим током низкого и высокого напряжения, ударным механизмом и т. п.

В зависимости от рода горючих веществ и способа их воспламенения в огнеметах применялись ранее или находят применение теперь зажигалки следующих типов (рис. 107 и 108):

1) факельная;
2) форсуночная;
3) ударно-химическая;
4) терочно-пороховая;
5) терочно-капсюльная;
6) электро-бензиновая;
7) электро-газовая;
8) патронная или шашечная;
9) патронно-газовая.

Наиболее простыми зажигалками являются факельная и форсуночная. Это примитивные зажигалки, которые применялись на первой ступени развития огнеметов.

Факельная зажигалка представляет собой жестяную коробку, в которую укладывается пеньковый жгут, смоченный в огнесмеси. Жгут поджигается спичкой или фитилем перед огнеметанием.

Форсуночная зажигалка представляет собой керосиновую паяльную лампу, устанавливаемую под насадкой. Зажигалка дает пламя под небольшим углом к струе.

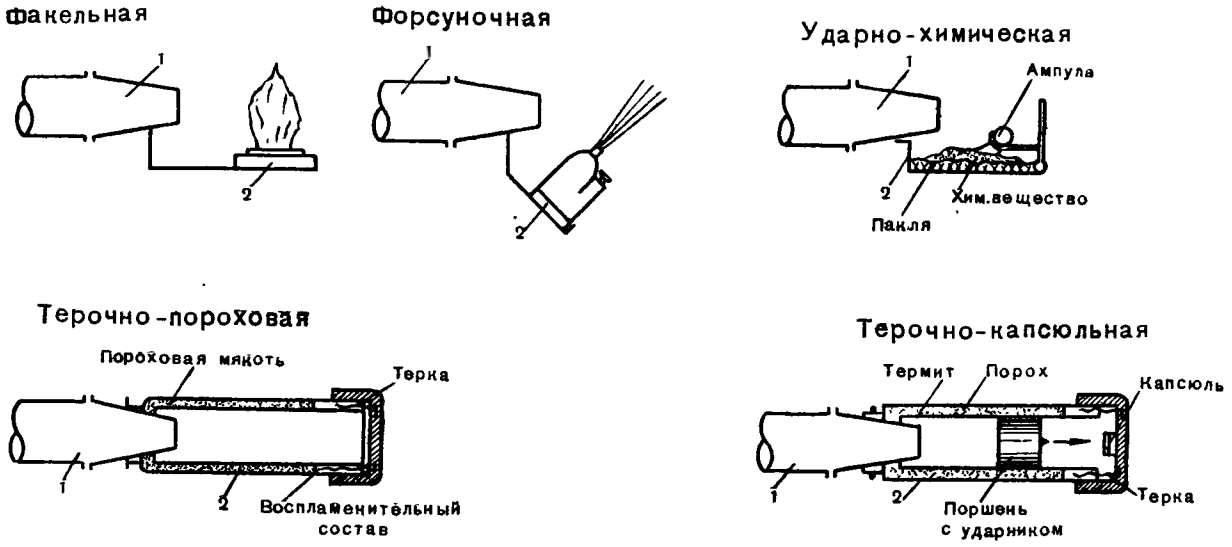


Рис. 107. Схемы систем зажигания (зажигалок):
1 — брандспойт с насадкой; *2* — зажигалка

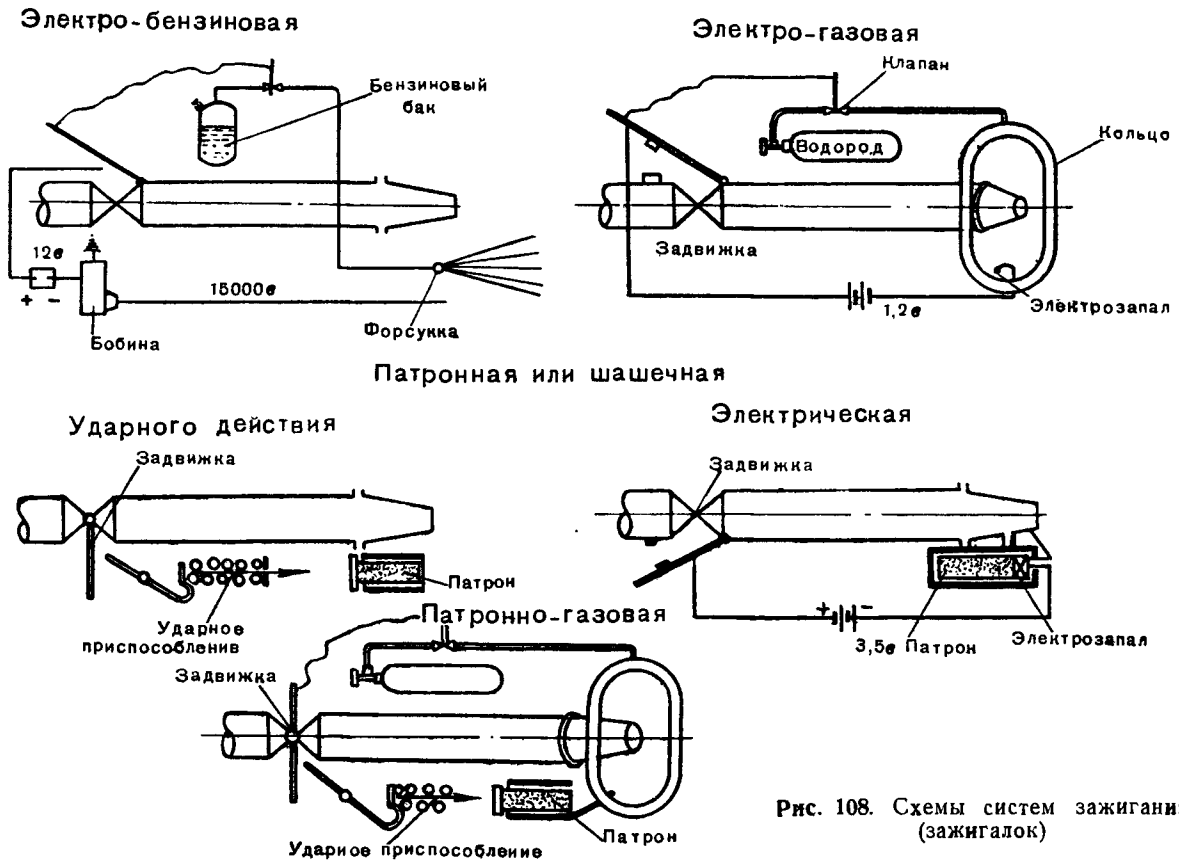


Рис. 108. Схемы систем зажигания (зажигалок)

Зажигалки обоих типов не удовлетворяют современным требованиям.

Ударно-химическая зажигалка построена на принципе воспламенения струи при помощи химической реакции. Зажигалка состоит из коробки, укрепленной под брандспойтом, в которой уложена пакля, смоченная огнесмесью. Сверху пакля посыпана порошком бертолетовой соли, смешанным с сахарной пудрой. Через боковые стенки коробки пропущена стеклянная ампула с серной кислотой. Ампула соединена железным крючком с передней откидной стенкой коробки. При выстреле огнесмесь ударяет в откидную стенку коробки и смещает крючок, который разбивает ампулу. Кислота, выливаясь из ампулы, вступает в химическую реакцию с бертолетовой солью и сахаром. От высокой температуры, образующейся при реакции, воспламеняется пакля, которая поджигает струю огнесмеси.

Зажигалка подобного типа применялась в русских огнеметах типа Т. Современным требованиям она не удовлетворяет.

Терочно-пороховая зажигалка представляет собой картонный цилиндр с запрессованной в него пороховой мякотью и воспламенительным составом. В торец цилиндра с воспламенительным составом вделаны терочные стержни (терки), соединенные с крышкой цилиндра. Цилиндр при помощи шпилек закреплен на насадке брандспойта. Во время выстрела струя ударяется в крышку, терки выдергиваются, состав и пороховая мякоть воспламеняются. Горящий порох поджигает струю огнесмеси.

Такая зажигалка впервые применена в русском фугасном огнемете типа СПС. По своим качествам она была вполне удовлетворительна для огнеметов однократного действия, стрелявших огнесмесью малой вязкости.

Терочно-капсюльная зажигалка является разновидностью терочно-пороховой зажигалки. Для повышения температуры пламени внутренняя поверхность цилиндра выложена термитом. Зажигалка имеет, кроме терок, поршень с ударником и капсюлем. При выстреле огнесмесь посылает вперед поршень, и ударник накалывает капсюль-воспламенитель. Образовавшееся пламя воспламеняет пороховую мякоть и термит; пламя термита зажигает струю. В случае отказа капсюля-воспламенителя срабатывает терка. Таким образом, зажигалка обеспечивает двойное воспламенение термита.

Зажигалка подобного типа применялась в старых образцах немецких огнеметов и может быть использована в некоторых современных огнеметах однократного действия для поджигания огнесмеси средней вязкости.

Электро-бензиновая зажигалка наиболее современная и самая распространенная система зажигания в танковых и крепостных огнеметах. Впервые она применена в русских огнеметах.

Горючим веществом в зажигалке служит распыленный бензин с температурой пламени около 2300° С. Распыление бензина производится в форсунке под давлением сжатого воздуха. Форсунка должна давать достаточную длину факела, при которой обеспечи-

вается необходимое время контакта пламени со струей огнесмеси.

Воспламенение распыленного бензина осуществляется при помощи электрнческой искры тока высокого напряжения. Электроток от аккумулятора с напряжением 6—12 *в* поступает к бобинам, где его напряжение повышается до 12 000—15 000 *в*, и далее поступает к электросвечам. Столь высокое напряжение гарантирует надежное воспламенение бензина. Обычно подача бензина к форсункам и включение электрического тока производятся одновременно с вылетом огнесмеси из насадки.

Электро-бензиновая система зажигания удовлетворяет современным требованиям и обеспечивает надежное зажигание струи огнесмеси с вязкостью до 3000 пуазов.

Электро-газовая зажигалка также удовлетворяет современным требованиям. Горючим веществом в ней служит водород или ацетилен с температурой пламени соответственно около 2000 и 3000° С. При открывании клапана сжатый газ из баллона по газопроводу поступает в полое кольцо и через небольшие отверстия в нем — в атмосферу. Поджигание газа осуществляется нитью накаливания электрозапала (или пиропатрона). Накаливание нити производится электрическим током от батареи напряжением 1—3,5 *в*.

Зажигалки этого типа применялись до последнего времени в ранцевых огнеметах английской и американской армий.

Благодаря высокой температуре пламени газов электро-газовая зажигалка обеспечивает надежное зажигание струи огнесмеси с большой вязкостью. Недостаток зажигалки заключается в усложнении снабжения огнеметов сжатым газом.

Патронная или шашечная зажигалка — наиболее современный тип зажигалки, пригодный для ранцевых, фугасных и траншейных огнеметов. Впервые зажигалка подобного типа была использована в Советской Армии.

Горючим веществом в зажигалке служит воспламенительный состав, заключенный в патрон или шашку. Патрон или шашка может поджигаться или при помощи специального патрончика, разбиваемого ударным приспособлением (зажигалка ударного действия), или при помощи электрозапала (пиропатрона) током с напряжением 1,5—3,5 *в* (электрическая зажигалка).

Пламя, создаваемое горящим патроном или шашкой, имеет температуру 1000—1800° С и обеспечивает надежное зажигание струи большой вязкости.

Зажигалка удовлетворяет современным требованиям и применяется в ранцевых и фугасных огнеметах Советской Армии.

Патронно-газовая зажигалка может быть использована для поджигания струи огнесмеси с очень большой вязкостью. Горючим служат газы, дающие высокую температуру пламени (например ацетилен с температурой до 3000° С). Поджигание газа производится пламенем патрона.

Недостаток зажигалки заключается в сложности снабжения огнеметных установок сжатым газом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как классифицируются современные огнеметы?
2. Принципиальные схемы поршневого и беспоршневого огнемета однократного и многократного действия.
3. Преимущества и недостатки поршневых огнеметов.
4. Какие требования предъявляются к различным типам огнеметов?
5. В чем заключается особенность устройства резервуаров и жидкостной коммуникации огнеметов?
6. Что представляет собой насадка и успокоитель и каково их назначение?
7. Какие способы создания давления применяются в огнеметах; их преимущества и недостатки?
8. Какие требования предъявляются к системе зажигания?
9. Типы зажигалок в огнеметах и принципы их устройства.

ГЛАВА XIV

ФУГАСНЫЙ ОГНЕМЕТ

§ 88. НАЗНАЧЕНИЕ, ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ФУГАСНОГО ОГНЕМЕТА ФОГ-2

Фугасный огнемет предназначается для поражения струей горящей огнесмеси живой силы и танков противника.

На вооружении Советской Армии состоит фугасный огнемет под названием ФОГ-2. Огнемет беспоршневой, однократного действия; для последующего использования его необходимо перезаряжать. Огнесмесь из огнемета ФОГ-2 выбрасывается давлением, создаваемым пороховыми газами.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОГНЕМЕТА ФОГ-2

Рабочая емкость	25 *л*
Вес огнемета в неснаряженном виде	32—35 *кг*
Вес огнемета в снаряженном виде	52—55 *кг*
Рабочее давление	20—40 *ати*
Дальность огнеметания:	
вязкой огнесмесью	80—100 *м*
жидкой огнесмесью	45—60 *м*

Фугасный огнемет ФОГ-2 (рис. 109) имеет следующие основные части: резервуар, сифонную трубу, стакан, колосник, мембрану, пороховой заряд и зажигательную шашку.

Резервуар служит для помещения огнесмеси; состоит из цилиндра, крышки и днища. В крышке резервуара имеется два отверстия. В одно из них вварена сифонная труба *2*, в другое отверстие вварен стакан *5*. Для переноски огнемета на крышке резервуара имеется две ручки *9*. Огнемет можно перекатывать по земле; для этого к днищу резервуара и к брандспойту *3* приварены цапфы *7* с кольцами *8*.

Верхняя часть сифонной трубы *3* служит брандспойтом и оканчивается соплом *4* диаметром 28 *мм*.

Стакан (рис. 110) служит для помещения порохового заряда и зажигательной шашки. В верхней части стакана имеется запальное отверстие *6* для вывода наружу концов проводников электрозапала *5* и доступа пламени горящей шашки *2* к струе огнесмеси. Сверху в стакан ввинчивается заглушка *7*.

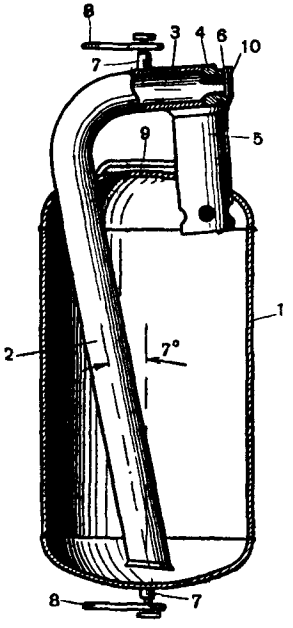


Рис. 109. Устройство фугасного огнемета:
1 — резервуар; *2* — сифонная труба; *3* — брандспойт; *4* — сопло; *5* — стакан; *6* — мембрана, *7* — цапфа; *8* — кольцо; *9* — ручка; *10* — накидная гайка

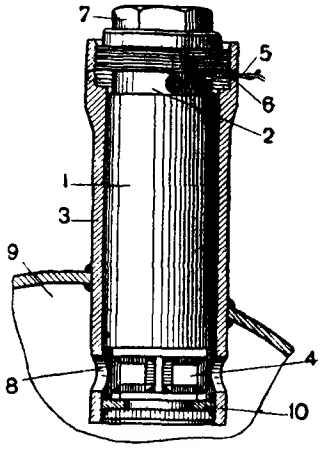


Рис. 110. Стакан огнемета в снаряженном виде:
1 — пороховой заряд; *2* — зажигательная шашка; *3* — корпус стакана; *4* — колосник; *5* — проводник; *6* — запальное отверстие; *7* — заглушка; *8* — отверстие для газов; *9* — резервуар; *10* — кольцо

В центре заглушки имеется нарезное сквозное отверстие для ввинчивания модернизированного упрощенного взрывателя (МУВ); нижняя часть отверстия служит патроником для помещения воспламенительного патрона. В случае приведения в действие огнемета электрическим током или при транспортировке огнемета, снаряженного огнесмесью, в отверстие заглушки ввинчивается пробка.

Колосник, помещающийся в стакане, служит опорой заряду и обеспечивает изменение направления пороховых газов, поступающих в резервуар.

Алюминиевая мембрана закрывает сопло брандспойта и закрепляется накидной гайкой. Мембрана обеспечивает требуемую дальность струи, срезаясь во время выстрела, когда давление в резервуаре огнемета достигает 20—40 *ати*.

Пороховой заряд (рис. 111) служит для образования пороховых газов, выбрасывающих огнесмесь из резервуара; состоит из гильзы, пироксилинового пороха (основного и переходного составов) и воспламенителя. Воспламенитель состоит из электрозапала и навески черного пороха.

Зажигательная шашка предназначается для зажигания огнесмеси при выстреле и воспламенения порохового заряда.

При электрическом способе приведения огнеметов в действие воспламенение зажигательной шашки производится электрозапалом, помещенным в вырезе шашки. Сопротивление электрозапалов может быть от 0,5 до 1,5 *ом*.

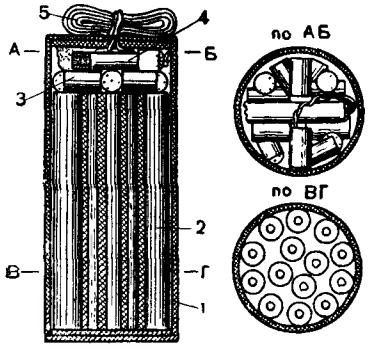


Рис. 111. Пороховой заряд:
1 — гильза; *2* — пороховые трубки (основной состав); *3* — пороховые зерна (переходный состав); *4* — воспламенитель; *5* — проводник

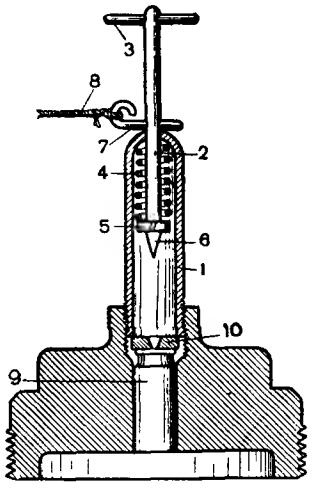


Рис. 112. Ударное приспособление:
1 — корпус МУВ; *2* — ударник; *3* — кольцо; *4* — боевая пружина; *5* — венчик ударника; *6* — боек; *7* — боевая чека; *8* — шнур; *9* — воспламенительный патрон; *10* — прижимная шайба

При механическом способе приведения огнеметов в действие воспламенение шашки производится воспламенительным патроном.

Время горения шашки на воздухе 7—8 секунд, в стакане — 4—5 секунд.

Ударное приспособление (рис. 112) предназначено для приведения в действие огнемета механическим способом; состоит из прижимной шайбы, модернизированного упрощенного взрывателя (МУВ) и воспламенительного патрона.

Модернизированный упрощенный взрыватель (МУВ) состоит из корпуса *1*, ударника *2* с бойком *6*, кольца *3*, боевой пружины *4* и боевой чеки *7*.

Воспламенительный патрон *9* представляет собой гильзу пистолета ТТ, снаряженную осветительным составом. Для предохране-

ния от сырости патрон герметизируется бумажным пыжом и водонепроницаемой мастикой, которая сверху покрывается лаком.

Принцип действия огнемета ФОГ-2. Огнемет приводят в действие механическим способом или электрическим током.

Приведение в действие огнемета механическим способом при помощи ударного приспособления производится путем выдергивания боевой чеки МУВ из отверстия ударника. Боевая пружина при этом разжимается и, упираясь одним концом в корпус МУВ, а другим в венчик ударника, посылает ударник вперед (вниз). Боек ударника, пройдя через отверстие прижимной шайбы, ударяет по капсюлю патрона; воспламенившийся патрон поджигает шашку, а она — пороховой заряд. Получающееся при горении шашки пламя выбрасывается в виде факела в течение 4—5 секунд через запальное отверстие стакана.

Газы, образующиеся при сгорании порохового заряда, встречая на своем пути колосник, вынуждены поступать в резервуар через боковые отверстия стакана и равномерно распределяться над всей поверхностью огнесмеси, выжимая ее по сифонной трубе к брандспойту и мембране.

При достижении давления газов 20—40 *ати* мембрана срезается, и огнесмесь струей выбрасывается из огнемета. Встречая на своем пути факел пламени зажигательной шашки, она воспламеняется и образует горящую струю.

Вследствие равномерного сгорания пороховых трубок заряда давление в резервуаре за время выстрела остается примерно постоянным и дальность полета отдельных порций огнесмеси не меняется.

В случае приведения огнеметов в действие электрическим током выпущенные наружу проводники электрозапала зажигательной шашки присоединяют к источнику электрического тока (подрывной машинке, батарее БАС-60, БАС-80 и др.).

При включении тока нить накаливания электрозапала нагревается, что вызывает воспламенение зажигательного состава электрозапала. Зажигательный состав воспламеняет зажигательную шашку, а она — пороховой заряд. С этого момента огнемет действует так же, как и в случае приведения его в действие механическим способом.

§ 89. СНАРЯЖЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ФУГАСНЫХ ОГНЕМЕТОВ

Снаряжение фугасных огнеметов огнесмесью производится на специальной площадке. Перед снаряжением проверяют наличие всех принадлежностей и инструментов. Огнемет осматривают.

После осмотра огнемет без заглушки стакана и колосника устанавливают в неглубокую яму и наполняют огнесмесью. Огнесмесь в количестве 25 *л* наливают в огнемет через стакан.

После наполнения огнемет обтирают ветошью и в стакан помещают колосник. Далее в стакан вкладывают прокладку и завинчивают заглушку, которая своей боковой поверхностью перекрывает

запальное отверстие. На сопло брандспойта ставят мембрану выпуклостью в поле и затягивают накидной гайкой доотказа.

В таком виде снаряженный огнемет доставляется на огневые позиции. На короткие расстояния огнеметы могут перевозиться на тележках, лыжах или переноситься двумя солдатами за ручки и, кроме того, могут перекатываться по земле одним солдатом. Для перекатывания концы веревки или телефонного кабеля (сложенного вдвое) привязываются к кольцам цапф огнемета.

Транспортировка огнемета со вставленным пороховым зарядом и зажигательной шашкой не разрешается.

§ 90. УСТАНОВКА, ПРИВЕДЕНИЕ В БОЕВУЮ ГОТОВНОСТЬ И МАСКИРОВКА ФУГАСНЫХ ОГНЕМЕТОВ

Огнеметы, как правило, устанавливают, закапывая их в грунт. При слабом грунте огнемет заклинивают деревянными клиньями, кольями, камнями и т. п. (рис. 113) с последующей засыпкой гнезда землей и ее утрамбовкой.

При наличии на огневой позиции вертикальных опор (деревьев, пней, столбов, надолб) огнеметы можно устанавливать и без отрывки гнезд. В этом случае огнеметы крепятся к опорам веревками, проволокой, телефонным кабелем вверху у крышки и внизу — ближе к днищу. Крепить огнемет следует надежно, так как при выстреле происходит значительная отдача, которая может изменить первоначальное направление брандспойта.

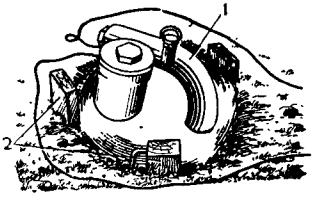


Рис. 113. Огнемет на огневой позиции (маскировка снята):
1 — огнемет; *2* — клинья

Фугасные огнеметы приводятся в действие главным образом при помощи ударного приспособления. В этом случае у порохового заряда и зажигательной шашки отрезают проводники, затем в стакан опускают заряд, а поверх его кладут шашку. Для предохранения шашки от влаги и отсыревания запальное отверстие стакана и резьбовые соединения замазывают церезином, смолой, тавотом, солидолом или мылом. Если фугасный огнемет предназначается для действия через несколько часов, то крышку порохового заряда следует удалить, а черный порох его уложить поверх зажигательной шашки.

Снаряженный пороховым зарядом и шашкой стакан закрывают заглушкой с отверстием, в которое ввинчивают МУВ. Установка ударного приспособления производится следующим образом:

— в заглушку стакана вставляют воспламенительный патрон и поверх него укладывают прижимную шайбу большим диаметром отверстия вверх;

— устанавливают МУВ на боевой взвод, для чего выдвигают за кольцо ударник из корпуса и вставляют боевую чеку в нижнее отверстие ударника;

— ввертывают МУВ в отверстие заглушки;

— привязывают к боевой чеке прочным узлом конец шнура (бичевы).

В зависимости от боевой обстановки МУВ может устанавливаться на огнемет с привязанным шнуром к боевой чеке. Привязывание шнура к боевой чеке уже установленного МУВ на огнемете и ввертывание МУВ в заглушку с привязанным шнуром к боевой чеке должны производиться с достаточной предосторожностью.

Для приведения в действие электрическим током установленный в гнезде огнемет подготовляют следующим образом.

С огнемета свинчивают заглушку стакана, удаляют прокладку, в стакан вкладывают пороховой заряд с отрезанными проводниками, электрозапалом вверх, и поверх заряда укладывают зажигательную шашку. Зачищенные концы проводников зажигательной шашки выводят через запальное отверстие стакана наружу, после чего навинчивают заглушку. При завинчивании заглушки необходимо следить, чтобы она не срезала проводники шашки и не закрывала запальное отверстие стакана. Проводники не должны быть оголены в местах вывода их наружу и скручиваться.

Зимой огнеметы могут устанавливаться в снегу путем вмораживания, на санях, а также крепиться к различным опорам.

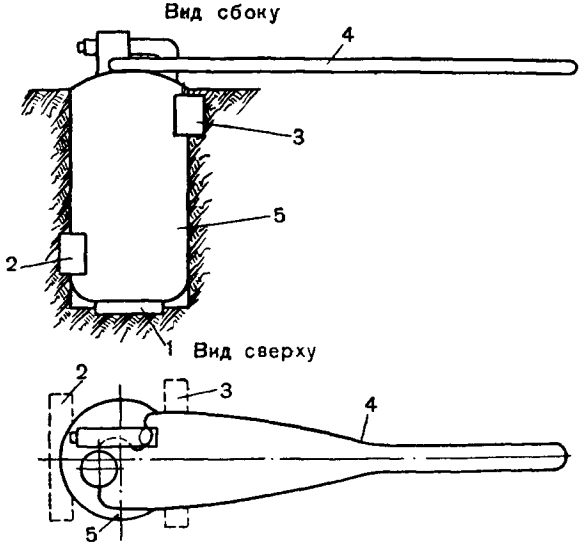


Рис. 114. Схема установки управляемого огнемета:
1 — подкладка; *2* — передняя опора; *3* — задняя опора; *4* — поворотный рычаг; *5* — огнемет

Вместо прочно закрепленных в гнездах огнеметов с установленными в одном направлении брандспойтами могут применяться управляемые огнеметы, допускающие маневрирование огнеметной струей при стрельбе по движущимся целям. Установка управляемого огнемета показана на рис. 114.

Установленные огнеметы тщательно маскируются под окружающую местность (в лесу ветками, валежником; на каменистой местности камнями; на лугу дерном и т. п.). Электропроводку обязательно закапывают в землю. Для этого отрывают канавку глубиной 5—8 *см*. В канавку при помощи рогатки укладывают проводник, который сверху засыпают землей с утрамбовкой.

§ 91. ПРИВЕДЕНИЕ В ДЕЙСТВИЕ ФУГАСНЫХ ОГНЕМЕТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Для приведения в действие огнеметов электрическим током необходимы проводники, источники тока, измерительные и проверочные приборы.

Проводники. Проводники служат для передачи электроэнергии от источника тока к электрозапалам огнемета. При установке огнеметов применяются саперные проводники (двухжильный, нормальный и облегченный), а при их отсутствии — осветительный, телефонный, звонковый и другие проводники.

Проводники, идущие от источника тока до места установки огнеметов называются магистральными; проводники, соединяющие отдельные огнеметы, называются участковыми.

Саперные проводники имеют следующие значения сопротивления на 1 *км* жилы: двухжильный — 25 *ом* (одной жилы); нормальный — 14 *ом*; облегченный — 25 *ом*.

Источники тока. Для приведения в действие фугасных огнеметов в качестве источников тока используются анодные батареи и подрывные машинки. Основными источниками тока служат анодные батареи БАС-60 и БАС-80, дающие ток силой не более 1,5 *а*.

Срок хранения батарей 9—12 месяцев. Летом батареи следует хранить в прохладном месте; зимой, при температурах ниже —20° С, отеплять подручными средствами: ватниками, кошмой, одеялами и т. п.

Напряжение сухих анодных батарей может быть измерено вольтметром постоянного тока с соответствующей шкалой (например, для БАС-80 со шкалой до 90—100 *в*). Вольтметр присоединяется проводниками к контактам батареи так, чтобы плюс вольтметра был соединен с плюсом батареи, а минус вольтметра с минусом батареи.

Для приведения в действие огнеметов могут быть также использованы подрывные машинки ПМ-1, ПМ-2 и другие.

Измерительные и проверочные приборы. При эксплоатации фугасных огнеметов для измерения величины сопротивления сети, а также для проверки исправности источников тока, проводников, электрозапалов и сети применяются различные измерительные и проверочные приборы: малый омметр, вольтметр и др.

Малый (полевой) омметр (рис. 115) служит для приближенного измерения сопротивлений в пределах от 0 до 5000 *ом* и

для проверки проводимости (исправности) электрозапалов заряда и зажигательной шашки, а также всей электросети. Вес малого омметра 0,6 *кг*.

Малый омметр представляет собой деревянный футляр, внутри которого в нижней части помещена батарея *1* от карманного фонаря, а в верхней размещены гальванометр *3* со шкалой омов *2* и добавочное сопротивление *4*.

Малым омметром пользуются следующим образом.

Сначала определяют исправность самого омметра; для этого лезвием ножа или металлической пластинкой замыкают накоротко зажимы прибора; стрелка гальванометра должна отклоняться до нуля шкалы.

Убедившись в исправности прибора, присоединяют к зажимам омметра концы проводников электрозапала или магистрального проводника и по шкале читают приближенную величину сопротивления. Если стрелка не отклоняется, электросеть или электрозапал неисправны.

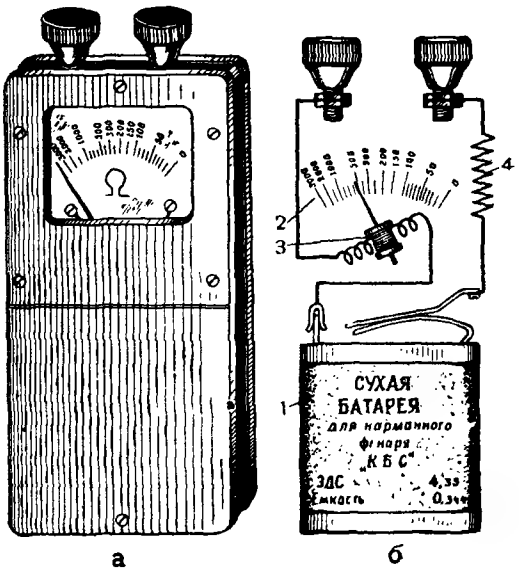


Рис. 115. Малый омметр
(*а* — общий вид; *б* — электрическая схема омметра): *1* — батарея; *2* — шкала омов; *3* — гальванометр; *4* — добавочное сопротивление

Присоединение огнеметов в сеть и расчет сети. При групповом расположении огнеметов и их одновременном приведении в действие при помощи электрического тока присоединение огнеметов в магистраль может быть последовательное, параллельное и смешанное. Тип присоединения определяется характеристикой имеющегося источника тока (его напряжением и силой тока), количеством проводника и огнеметов, которые необходимо привести в действие.

Говоря о типе присоединения огнемета, мы имеем в виду способ присоединения двух свободных концов проводника зажигательной шашки огнемета в магистраль.

Основным источником тока для приведения фугасных огнеметов в действие служат, как сказано выше, анодные батареи БАС-60 или БАС-80, которые дают ток силой не более 1,5 *а*. Основным видом присоединения огнеметов в магистраль при этих источниках тока является последовательное присоединение, причем сопротивление цепи не должно превышать для БАС-80 45 *ом*, для БАС-60 25 *ом*.

Последовательное присоединение огнеметов в магистраль показано на рис. 116. При этом соединении для безотказности работы огнеметов в сети допускается сила тока 0,7 *а* (лучше 1 *а*) и не более 5 *а*. От источника тока требуется малая сила тока и значительное напряжение.

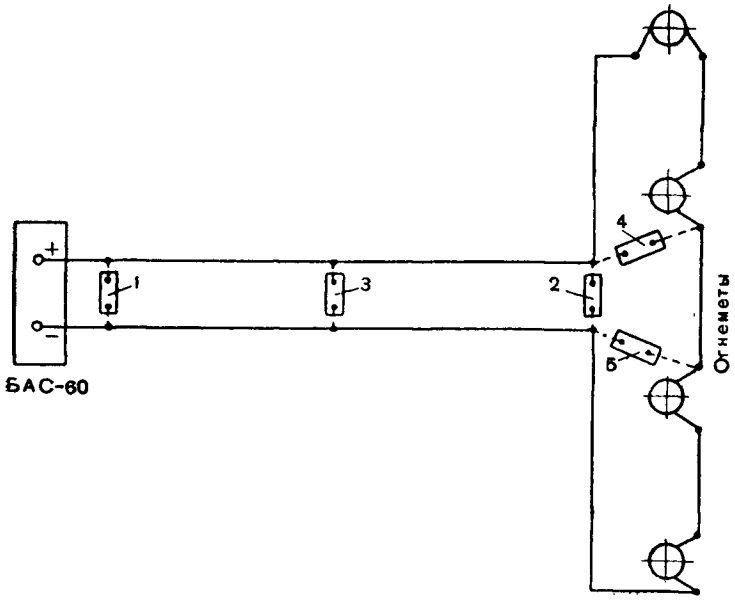


Рис. 116. Последовательное присоединение огнеметов в магистраль (*1*, *2*, *3*, *4*, *5* — положения омметра при отыскании места повреждения электросети)

Недостатком последовательного соединения является отказ в работе всей группы огнеметов при разрыве сети в одном месте, а также отказ в работе огнеметов вследствие разницы сопротивлений отдельных электрозапалов.

Электрический ток, проходя по нити накаливания электрозапала, нагревает ее до требуемой температуры. Нагревание нити, как сказано выше, вызывает воспламенение зажигательного состава электрозапала и далее зажигательной шашки и порохового заряда. После этого нить накаливания плавится, и электросеть размыкается.

Нагревание нитей с разным сопротивлением до определенной температуры достигается в различные промежутки времени: нить с большим сопротивлением нагревается быстрее, чем нить с меньшим сопротивлением. Вследствие этого электросеть, имеющая электрозапалы с большим сопротивлением, размыкается быстрее, чем сеть с электрозапалами меньшего сопротивления. При последовательном присоединении в сеть электрозапалов с разными сопротивлениями возможны случаи несрабатывания некоторых из

них. В этом случае электрозапалы с большими сопротивлениями срабатывают быстрее и преждевременно вызывают размыкание сети, а электрозапалы с меньшими сопротивлениями срабатывать не успевают.

Практически установлено, что при последовательном соединении огнеметов и наличии электрозапалов, различающихся по сопротивлению более чем на 0,05 *ом*, возможны отказы в работе отдельных огнеметов.

При расположении нескольких групп огнеметов вблизи одна от другой, если не требуется их одновременного приведения в действие, обратный провод магистрали может быть общим.

Порядок определения величины сопротивления электросети и выбора источника тока можно проследить на следующем примере.

Пример. Устанавливаются 15 огнеметов, соединенных последовательно. Магистраль из нормального саперного проводника проложена на 200 *м* в оба конца. Длина участковых проводников 5 *м*. Сопротивление электрозапалов в холодном состоянии (обозначено на укупорке) — 1 *ом*.

Определить общее сопротивление сети и тип источника тока для одновременного подрыва всех огнеметов.

Решение

1. Общее сопротивление сети равно сумме всех отдельных сопротивлений:

а) Сопротивление магистрали

$$\frac{14 \cdot 200}{1000} = 2{,}8 \text{ ом}.$$

б) Сопротивление 14 участковых проводников длиной 5 *м*

$$\frac{14 \cdot 14 \cdot 5}{1000} = 1 \text{ ом}.$$

в) Сопротивление электрозапалов в 15 огнеметах в нагретом состоянии с 25% надбавкой

$$1 \cdot 15 \cdot 1{,}25 = 18{,}8 \text{ ом}.$$

Общее сопротивление сети 22,6 *ом*.

2. При таком сопротивлении сети можно привести в действие все огнеметы при помощи батареи БАС-80, БАС-60 или же подрывной машинки.

Количество огнеметов, могущих быть приведенными в действие одновременно БАС-60 и БАС-80 в зависимости от длины и типа проводника, можно определить по табл. 23.

Верхние цифры в этой таблице (числители) показывают количество одновременно подрываемых огнеметов при сопротивлении электрозапалов до 1 *ом*; нижние (знаменатели) до 1,5 *ом*.

Пример. Определить количество фугасных огнеметов, которые можно привести в действие с помощью БАС-60 при наличии нормального саперного проводника. Сопротивление запальной шашки (обозначенное на упаковке) 1,5 *ом*; расстояние между огнеметами не более 5 *м*; расстояние от огнеметов до подрывного пункта 300 *м*.

Решение

1. Расстояние от огнеметов до подрывного пункта в оба конца равно 600 *м*.

2. По табл. 23 следует, что при помощи БАС-60 при наличии нормального саперного проводника и сопротивлении запальной шашки 1,5 *ом* можно одновременно привести в действие 8 огнеметов.

Таблица 23

Наибольшее количество фугасных огнеметов ФОГ-2, соединенных последовательно, которое можно привести в действие одновременно при помощи сухих анодных батарей

(средняя длина участкового проводника 5 *м*)

Батарея БАС-60

Тип проводника	Длина магистрального проводника в оба конца, *м*					
	200	400	600	800	1000	1500
Облегченный саперный проводник	15/10	11/7	7/3	3/2	—	—
Нормальный саперный проводник	17/12	15/10	13/8	11/7	9/6	3/2

Батарея БАС-80

Тип проводника	Длина магистрального проводника в оба конца, *м*					
	200	400	600	800	1000	1500
Облегченный саперный проводник	30/21	26/18	22/15	19/13	15/10	5/4
Нормальный саперный проводник	33/22	31/21	28/19	26/18	24/16	19/13

Проверка и устранение неисправностей электропроводки группы огнеметов. Проверка исправности электросети производится с подрывного пункта при выключенном источнике тока. Проверочный прибор (омметр и т. п.) присоединяют в сеть в положении *1* (см. рис. 116). Если стрелка омметра отклоняется, то электросеть исправна. В противном случае электросеть повреждена (имеется обрыв или замыкание проводников)

Места повреждения отыскиваются также при помощи омметра. Для удобства пользования омметром к его зажимам присоединяют два 5—10-метровых проводника с булавками (иголками) на свободных концах.

Отыскание места повреждения начинается с магистральных проводников. Для этого, прокалывая булавками (иголками) изоляцию проводника до жилы на значительном удалении от подрывного пункта (положение *2*), присоединяют к сети омметр.

Если прибор в данном месте показывает исправность сети, то повреждение находится на участке магистрали *1—2*. Далее, омметр присоединяют на половине магистрали *1—2* (положение *3*), чтобы установить, в какой половине магистрали находится место повре-

ждения. Если повреждение в положении *2* не было обнаружено, то проверочный прибор последовательно присоединяют в положения *4*, *5* и т. д., до нахождения места повреждения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и тактико-техническая характеристика огнемета ФОГ-2.
2. Устройство и принцип действия огнемета ФОГ-2.
3. Как производится снаряжение, транспортировка и установка огнеметов на огневой позиции?
4. Какое электрооборудование нужно иметь, чтобы привести в действие огнемет электрическим током?

ГЛАВА XV

РАНЦЕВЫЙ ОГНЕМЕТ

§ 92. НАЗНАЧЕНИЕ, ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ РАНЦЕВОГО ОГНЕМЕТА РОКС-3

Ранцевый огнемет предназначается для поражения струей горящей огнесмеси живой силы противника, находящейся в долговременных оборонительных сооружениях, траншеях, окопах, укрепленных зданиях.

Кроме того, ранцевый огнемет может применяться для поджога деревянных строений и сооружений, а также для борьбы с танками.

На вооружении Советской Армии состоит ранцевый огнемет под названием РОКС-3. Огнесмесь из огнемета РОКС-3 выбрасывается давлением сжатого воздуха.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОГНЕМЕТА РОКС-3

Дальность огнеметания вязкой огнесмесью	30—35 *м*
Количество коротких выстрелов	6—8
Вес огнемета без огнесмеси	14,7 *кг*
Вес огнемета с огнесмесью	23,2 *кг*
Вес одной зарядки огнесмеси	8,5 *кг*
Полная емкость резервуара	10,7 *л*
Рабочая емкость резервуара	10,0 *л*
Рабочее давление	15—17 *ати*
Максимальная продолжительность затяжного выстрела	3—4 секунды

Огнемет обслуживается одним солдатом-огнеметчиком.

По принципу действия РОКС-3 — огнемет беспоршневой, многократного действия. Зажигалка у огнемета патронная.

Ранцевый огнемет РОКС-3 (рис. 117) имеет следующие основные части: резервуар, баллон для сжатого воздуха, редуктор, гиб-

кий рукав (шланг), ружье-брандспойт и снаряжение для переноски.

Ввиду того что устройство РОКС-3 подробно освещено в пособии «Ранцевый огнемет РОКС-3 (материальная часть и курс огнеметания)», мы лишь весьма кратко рассмотрим устройство отдельных частей огнемета.

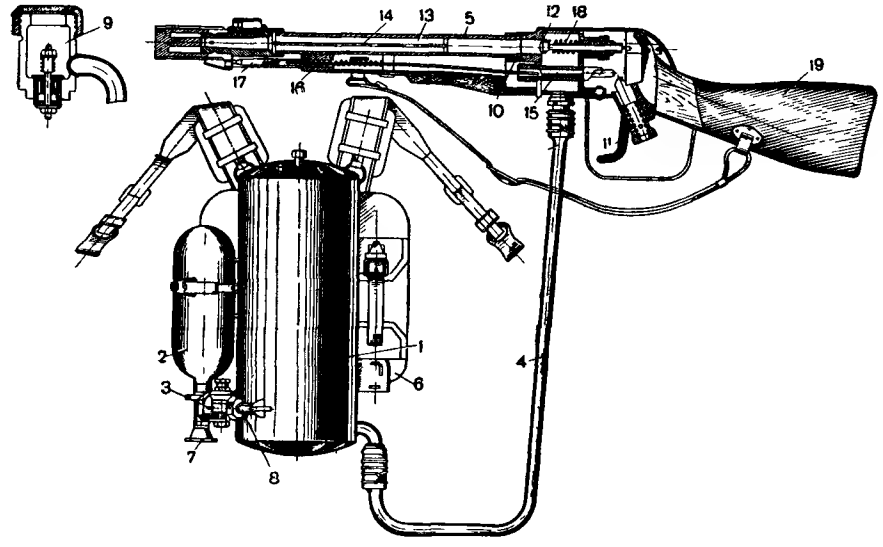


Рис. 117. Ранцевый огнемет РОКС-3:

1 — резервуар; *2* — баллон для сжатого воздуха; *3* — редуктор; *4* — гибкий рукав; *5* — ружье-брандспойт; *6* — снаряжение для переноски; *7* — вентиль баллона; *8* — трубка; *9* — обратный клапан; *10* — клапанная коробка; *11* — курок; *12* — клапан; *13* — ствол; *14* — успокоитель; *15* — ползун; *16* — пружина; *17* — ударник; *18* — пружина; *19* — приклад

Резервуар цилиндрической формы, вверху имеет наливную горловину и корпус обратного клапана, герметично закрываемые заглушками; в нижнюю часть резервуара вварена заборная труба со штуцером, к которому присоединяется рукав, идущий к ружью-брандспойту.

Редуктор отрегулирован на заводе на давление 15—17 *ати* регулировку его в войсках можно производить только в мастерской.

Гибкий рукав является ответственной частью ранцевого огнемета. Он предназначен для работы в довольно жестких условиях, когда через него под давлением 15—17 *ати* проходит огнесмесь, являющаяся растворителем резины. Поэтому рукава изготовляются из бензостойкой резины с несколькими слоями специальной ткани, обеспечивающей достаточную прочность рукавов на разрыв.

По изготовлении рукава подвергаются гидравлическим испытаниям при давлении 50 *ати*.

Ружье-брандспойт предназначено для производства огнеметного выстрела. Оно соединяется рукавом с резервуаром, имеет клапан,

служащий для выпуска огнесмеси и мгновенной отсечки струи огнесмеси при огнеметании. Клапан открывается путем нажатия пальцами на хвост курка.

На дульном конце ружья находится патронник, в котором помещается 10 воспламенительных патронов.

Клапанная коробка ружья-брандспойта РОКС-3 устроена так, что огнесмесь, проходя через нее и поступая в ствол, меняет направление движения на 90°. Это способствует образованию вихрей внутри движущейся по каналу ствола жидкости. Наличие частиц жидкости, обладающих радиальными скоростями, как мы знаем, может вызвать быстрый распад струи по выходе ее из насадки. Для предотвращения распада струи и увеличения дальности огнеметания внутри ствола ружья-брандспойта имеется успокоитель.

Успокоитель — пластинчатый (см. рис. 103, *а*), представляет собой две стальные пластинки, расположенные вдоль ствола в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Длина успокоителя составляет примерно $\frac{2}{3}$ длины ствола. Механизм действия успокоителя рассмотрен выше (см. § 83).

Принцип действия огнемета РОКС-3. Действие огнемета, как сказано выше, основано на выбрасывании огнесмеси давлением сжатого воздуха и зажигания струи огнесмеси пламенем воспламенительного патрона.

Сжатый воздух под давлением 150 *ати* при открытом вентиле *7* (см. рис. 117) поступает из баллона *2* в редуктор *3*, где давление понижается до рабочего (15—17 *ати*).

Под рабочим давлением воздух идет по трубке *8* и через обратный клапан *9* поступает в резервуар *1*.

Из резервуара огнесмесь по рукаву *4* поступает в клапанную коробку *10*.

Если нажать на курок *11*, то открывается клапан *12*, и огнесмесь, пройдя ствол *13* с успокоителем *14*, через насадку выбрасывается наружу в виде струи.

Одновременно при нажатии на курок *11* ползун *15* выходит из зацепления с шепталом курка и под действием пружины *16* ударник *17* своим бойком разбивает капсюль воспламенительного патрона.

Выброшенная из насадки струя огнесмеси поджигается пламенем воспламенительного патрона.

Для прекращения огнеметания необходимо резко сбросить палец с курка; при этом под действием пружины *18* клапан *12* закрывает выход огнесмеси из клапанной коробки.

При огнеметании короткими выстрелами хвост курка освобождают через 1—2 секунды, при огнеметании затяжными выстрелами хвост освобождают через 3—4 секунды. Можно также огнеметать непрерывной струей; в этом случае хвост курка освобождают после полного опорожнения резервуара.

§ 93. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ РАНЦЕВОГО ОГНЕМЕТА РОКС-3

Расход энергии. Выбрасывание огнесмеси из резервуара РОКС-3 происходит за счет расхода энергии сжатого воздуха, заключенного в баллоне.

Работа, затрачиваемая на опорожнение резервуара от огнесмеси при определенном давлении, может быть выражена формулой

$$A = p_1 v_1, \qquad (115$$

где A — работа, литро-атмосферы (*л-ат*);

p_1 — давление, *ати*;

v_1 — полный объем резервуара, *л*.

Определим работу, затрачиваемую на опорожнение резервуара РОКС-3, если $p_1 = 16$ *ати* (взята средняя величина) и $v_1 = 10{,}7$ *л*:

$$A = 16 \cdot 10{,}7 = 171{,}2 \ л\text{-}ат.$$

Сжатый воздух из баллона через редуктор будет поступать в резервуар до тех пор, пока давление в баллоне не станет одинаковым с рабочим давлением, на которое отрегулирован редуктор. Тогда сжатый воздух, содержавшийся в баллоне, расширившись и совершив работу, займет суммарный объем резервуара и баллона

$$V = v_1 + v_2,$$

где $v_2 = 1{,}3$ *л* (объем баллона).

Найдем потенциальную энергию сжатого воздуха, которая при освобождении должна совершить работу по опорожнению резервуара от огнесмеси:

$$E = p_1 V, \qquad (116)$$

где E — потенциальная энергия, *л-ат*;

p_1 — давление *ати* (в нашем случае $p = 16$ *ати*);

V — суммарный объем, *л* ($V = v_1 + v_2 = 10{,}7 + 1{,}3 = 12{,}0$ *л*).

$$E = 16 \cdot 12{,}0 = 192{,}0 \ л\text{-}ат.$$

Определим давление, которое должен иметь сжатый воздух в баллоне РОКС-3 для того, чтобы обеспечить выбрасывание огнесмеси при давлении в резервуаре 16 *ати*:

$$P = \frac{E}{v_2}, \qquad (117)$$

где P — давление в баллоне, *ати*;

v_2 — объем баллона, *л*.

Тогда

$$P = \frac{192{,}0}{1{,}3} = 147{,}6 \ ати.$$

Отсюда следует, что для обеспечения нормальной работы ранцевого огнемета баллоны РОКС-3 должны содержать сжатый воздух с давлением не ниже 147,6 *ати*.

Сила отдачи при выстреле. Во время производства выстрела из огнемета, как сказано выше, огнеметчик испытывает на себе силу отдачи ружья.

Эта сила отдачи обусловлена реакцией массы огнесмеси, выбрасываемой из огнемета и, как мы знаем, может быть найдена по формуле (113)

$$R = 0{,}008 \gamma d_0^2 v_0^2,$$

где R — сила отдачи, *кг*;

γ — удельный вес огнесмеси;

v_0 — скорость истечения огнесмеси из наконечника (насадки), *м/сек*,

d_0 — диаметр сопла наконечника (насадки), *см*;

Так как для РОКС-3 мы имеем:

$$\gamma = 0{,}85, \quad v_0 = 34 \ м/сек, \quad d_0 = 1{,}0 \ см,$$

то

$$R = 0{,}008 \cdot 0{,}85 \cdot 1^2 \cdot 34^2 = 8{,}56 \ кг.$$

§ 94. УХОД ЗА РАНЦЕВЫМ ОГНЕМЕТОМ РОКС-3

Безотказность действия огнемета РОКС-3 зависит от тщательного ухода за ним.

Независимо от условий, в которых находится огнеметчик, он обязан всегда содержать огнемет в чистоте и исправности. Огнеметчик должен осматривать огнемет ежедневно и чистить его в зависимости от условий эксплоатации или хранения.

Если огнемет находится на хранении, чистка производится не менее одного раза в 10 дней. После занятий и учений огнемет чистится немедленно. В боевой обстановке для чистки огнемета должно быть использовано время, свободное от боевых действий.

Чистка огнемета заключается в сливе остатков огнесмеси; промывке керосином резервуара, клапанной коробки, ствола ружья и рукава; очистке частей от пыли и грязи; смазке неокрашенных частей.

Необходимо избегать засорения редуктора песком и грязью, так как твердые частицы грязи могут попасть под золотник и вызвать отказ в работе редуктора или разрыв резервуара.

Особое внимание должно быть уделено рукаву. После использования огнемета рукав должен быть тщательно промыт керосином и высушен в вертикальном положении. Непромытый рукав быстро выходит из строя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и принцип действия ранцевого огнемета РОКС-3.
2. Из каких основных частей состоит огнемет РОКС-3?
3. Какое минимальное давление воздуха в баллоне РОКС-3 обеспечивает нормальную работу огнемета?
4. Правила ухода за огнеметом.

ГЛАВА XVI

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТАНКОВЫЙ ОГНЕМЕТ АТО-42

§ 95. НАЗНАЧЕНИЕ, ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТАНКОВОГО ОГНЕМЕТА АТО-42

Автоматический танковый огнемет АТО-42 предназначается для поражения струей горящей огнесмеси живой силы и танков противника, а также для поджога зданий и других объектов. Огнемет дополняет артиллерийское и пулеметное вооружения танка.

Танковый огнемет — оружие наступательного боя, но в ряде случаев он может быть успешно применен и в обороне.

Автоматический танковый огнемет АТО-42 — один из самых совершенных образцов современных танковых огнеметов. По принципу действия он относится к поршневым огнеметам многократ-

ного действия (см. рис. 100, *г*) и в этом смысле является единственным из всех известных огнеметов современных армий. Выбрасывание огнесмеси из огнемета производится при помощи пороховых газов.

Два конструктора, руководившие разработкой этого огнемета, удостоены звания лауреата Сталинской премии.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОГНЕМЕТА АТО-42

Скорострельность	4—5 выстрелов за 10 секунд
Расход огнесмеси на один выстрел	10 *л*
Дальность огнеметания:	
вязкой огнесмесью	До 120 *м*
жидкой огнесмесью [1]	Около 60 *м*
Рабочее давление на огнесмесь в цилиндре	До 35 *ати*
Рабочее давление в резервуаре с огнесмесью	3,5—4 *ати*
Емкость бензобачка для питания зажигалки [2]	2 *л*
Рабочее давление в бензобачке	6—8 *ати*
Вместимость магазина	4 патрона

Огнеметание из АТО-42 может производиться как одиночными выстрелами, так и автоматическими очередями.

Огнемет АТО-42 может быть установлен на любом среднем и тяжелом линейном танке.

На танке Т-34 огнемет АТО-42 устанавливается правее места механика-водителя и крепится к подбашенному листу лобовой брони. Наводка огнемета в цель производится поворотом танка.

На тяжелом танке огнемет АТО-42 устанавливается в башне. Наводка огнемета в цель производится при помощи поворота башни; огнеметание ведется в любом секторе, независимо от направления танка.

В качестве резервуаров для огнесмеси используются запасные баки для моторного топлива танков; количество огнеметных выстрелов зависит от рабочей емкости этих баков. Так, на танке Т-34 запасные баки имеют емкость 200 *л*, а на танке КВ-8 570 *л*.

Автоматический танковый огнемет АТО-42 имеет следующие основные элементы (рис. 118): цилиндр с накидными фланцами, передней крышкой, поршнем и штоком; затворную коробку с автоматикой; насадку с задвижкой и зажигалкой; выхлопную систему; жидкостную систему; бензосистему; воздушную систему; электросистему; механизм производства выстрела; крепление огнемета; механизм наводки; бронировку; пороховой патрон.

Принцип действия АТО-42. Действие АТО-42 обеспечивается в основном за счет двух видов энергии: энергии пороховых газов (от порохового патрона) и энергии сжатого воздуха (из баллонов).

---

[1] Применяется лишь в исключительных случаях при отсутствии вязкой огнесмеси.

[2] Без учета расходования бензина на проверку действия зажигалки, одна заправка бензина может обеспечить воспламенение до 400 огнеметных струй при огнеметании автоматическими очередями.

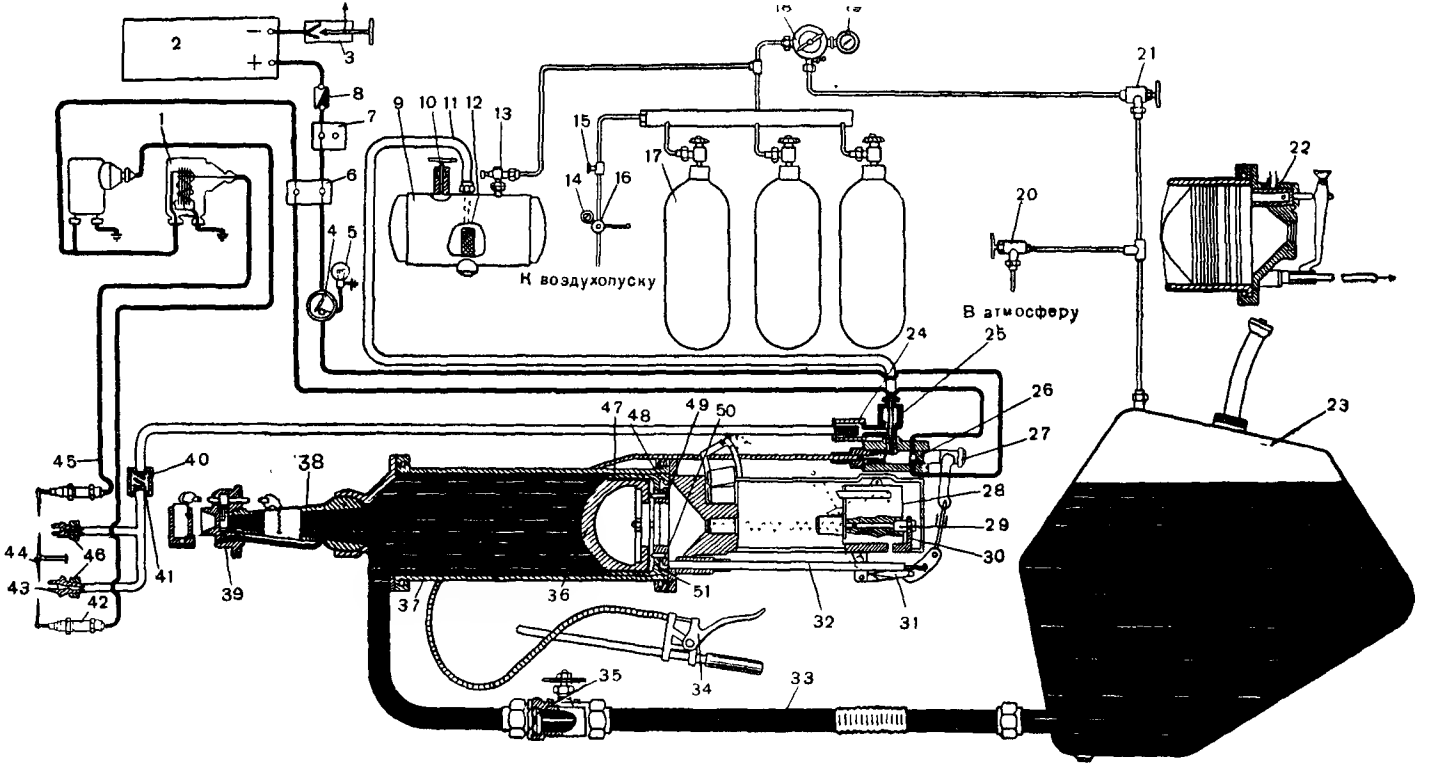


Рис. 118. Принципиальная схема автоматического танкового огнемета АТО-42:

1 — бобина; *2* — аккумулятор; *3* — выключатель массы; *4* — тумблер зажигания; *5* — сигнальноосветительная лампочка; *6* — колодка щитка приборов; *7* — колодка на аварийном щитке; *8* — предохранитель на 20 *а* в блоке защиты аккумуляторов; *9* — бензиновый бачок; *10* — клапан для стравливания воздуха; *11* — бензопровод; *12* — фильтр; *13* — редуктор РВ-8; *14* — манометр высокого давления; *15* — штуцер для зарядки баллонов воздухом; *16* — редуктор воздухопуска двигателя; *17* — воздушный баллон; *18* — редуктор РВ-4; *19* — манометр низкого давления; *20* — разгрузочный воздушный вентиль; *21* — воздушно-запорный вентиль; *22* — выхлопной золотник; *23* — резервуар; *24* — разборный фильтр; *25* — бензиновый клапан; *26* — электровключатель; *27* — пуговка электробензовключателя; *28* — затвор; *29* — ударник; *30* — затворная рама; *31* — шептало; *32* — шток; *33* — жидкостной трубопровод; *34* — спусковая рукоятка; *35* — запорнообратный клапан; *36* — поршень; *37* — цилиндр; *38* — насадка; *39* — задвижка; *40* — обратный бензиновый клапан; *41* — сетчатый фильтр; *42* — электросвеча; *43* — форсунки; *44* — стойка среднего усика; *45* — провод высокого напряжения; *46* — фильтры распылителей; *47, 48, 49* — кольца; *50* — винты; *51* — фланец

Энергия пороховых газов (350—400 *л-ат*) используется для основного и энергоемкого процесса — выбрасывания из цилиндра огнесмеси в виде струи. Кроме того, часть энергии расходуется на автоматические гидропривод, задвижки и на открывание выхлопного золотника.

Энергия сжатого воздуха (35—40 *л-ат*) обеспечивает перезарядку огнемета, подачу и распыление бензина для зажигалки и действие остальной автоматики.

Кроме указанных видов энергии, в АТО-42 используется также электроэнергия (от аккумуляторов), при помощи которой осуществляется работа электрической части зажигалки.

Особо необходимо отметить весьма удачное использование энергии пороховых газов в АТО-42; пороховой патрон является компактным, удобным в обращении и в то же время мощным источником энергии.

Для уяснения принципа действия представим себе огнемет АТО-42 заряженным и обратимся к рис. 118.

При нажатии на спусковой рычаг или пуговку электробензовключателя происходит следующее:

— замыкаются контакты электровключателя *26*; электрический ток от аккумулятора *2* поступает в первичные обмотки бобин *1*; со вторичных обмоток бобин ток с напряжением 18—20 тыс. *в* подводится к свечам *42*; между усиками свечей и «массой» образуются электрические искры;

— поднимается бензиновый клапан *25* электробензовключателя; бензин из бензинового бачка *9* под давлением 6—8 *ати* подается по бензопроводу *11* к форсункам *43* и, выходя из них, распыляется и воспламеняется от электрических искр, образуя огненный факел;

— выводится из зацепления со штоком *32* шептало *31*; освобожденный затвор *28* под действием боевой пружины движется вперед, запирает патронник и ударником *29* разбивает капсюль патрона; заряд патрона воспламеняется и пороховые газы давят на поршень;

— пороховые газы через поршень давят на огнесмесь; когда давление достигает 18—21 *ати*, открывается полностью задвижка *39*, поршень начинает двигаться, и огнесмесь выбрасывается через насадку *38*, воспламеняясь от факела зажигалки; по достижении поршнем (до упора) передней крышки цилиндра давление резко падает и задвижка усилием возвратной пружины закрывается;

— в конце хода поршень через связанный с ним шток открывает выхлопной золотник *22*, и отработанные пороховые газы из цилиндра выбрасываются в атмосферу.

Выстрел произведен. Перестанем нажимать на спусковой рычаг или пуговку и проследим за следующими процессами, обеспечивающими перезарядку огнемета:

— когда давление отработанных пороховых газов на поршень становится малым, огнесмесь под давлением сжатого воздуха в 3,5—4 *ати* подается через запорно-обратный клапан *35* из резервуара *23* в цилиндр, заполняет предпоршневое пространство и пе-

редвигает поршень назад; при своем движении поршень выталкивает остатки отработанных газов в атмосферу;

— шток, связанный с поршнем, при движении зацепляется за шептало *31* и двигает затвор; затвор извлекает из магазина очередной патрон, а из патронника — стреляную гильзу; к концу хода затвора патрон подается на линию оси патронника, а стреляная гильза выбрасывается в приемник; в самом конце хода затвора последний находится на боевом взводе, а боевая пружина в состоянии наибольшего растяжения;

— в конце хода поршень толкает выхлопной золотник и закрывает сообщение пороховой камеры цилиндра с атмосферой через золотник; при упоре в заднюю крышку цилиндра поршень прекращает движение.

Огнемет перезаряжен и готов к очередному выстрелу. Если теперь снова нажать на спусковой рычаг или пуговку, то произойдет выстрел.

Если же удерживать спусковой рычаг или пуговку в нажатом состоянии, то в конце каждого хода назад шептало будет выводиться верхним рожком спусковой вилки из зацепления со штоком, и произойдет огнеметание автоматической очередью.

Взаимодействие частей при перезарядке огнемета можно отчетливо наблюдать, если жидкостной запорно-обратный вентиль открыть не полностью, а лишь на полоборота маховика шпинделя. Тогда весь процесс перезарядки будет происходить с замедленным темпом.

§ 96. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ ЧАСТЕЙ АВТОМАТИКИ АТО-42

Ввиду того что назначение и устройство основных частей огнемета АТО-42 подробно изложено в кратком руководстве службы «Автоматический танковый огнемет обр. 1942 г.», мы остановимся лишь на некоторых вопросах, которые недостаточно полно освещены в указанном руководстве.

Самоуплотняющийся сальник. Поршень, находящийся в цилиндре огнемета, делит внутренний объем цилиндра на две камеры переменного объема: жидкостную и газовую (пороховую).

Во время наполнения цилиндра огнесмесью объем жидкостной камеры увеличивается, а газовой уменьшается; при выстреле происходит обратное явление.

Естественно, что для нормальной работы огнемета эти камеры должны тщательно разделяться с целью не пропускать огнесмесь в газовую камеру, а пороховые газы — в жидкостную. Особенно нежелательно попадание огнесмеси в газовую камеру, так как это ведет к образованию нагара и к ухудшению или отказу в работе огнемета.

Плотное прилегание поршня к стенкам цилиндра достигается при помощи самоуплотняющегося сальника (рис. 119).

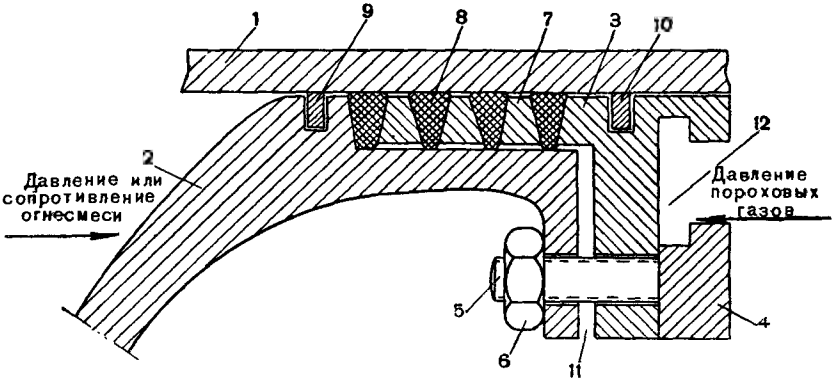


Рис. 119. Самоуплотняющийся сальник:

1 — цилиндр; *2* — поршень; *3* — фланец поршня; *4* — кольцо; *5* — шпилька; *6* — гайка; *7* — чугунное кольцо; *8* — сальниковая набивка; *9* и *10* — поршневые кольца; *11* — зазор между фланцем и поршнем; *12* — кольцевой паз для крепления штока

На цилиндрическую сточенную часть обичайки поршня надевается три свободно сидящих чугунных кольца *7*, имеющих в сечении форму трапеции, затем надевается фланец поршня *3*. В кольцевые промежутки, образовавшиеся между поршнем, чугунными кольцами и фланцем, помещается сальниковая набивка *8*. Поршень с фланцем и собранным сальником, а также с поршневыми кольцами *9* и *10* вставляется в цилиндр *1*; фланец при помощи четырех шпилек *5* и гаек *6* поджимается к поршню, уплотняя сальник своим передним кольцевым выступом.

При уплотнении сальника необходимо следить, чтобы между торцом поршня и фланцем оставался зазор *11* величиной не менее 5 *мм* (нормально 5—8 *мм*).

Рассмотрим механизм самоуплотнения сальника.

При наполнении цилиндра огнесмесью и при перезарядке огнемета поршень через сальник толкает фланец и соединенный с ним шток, преодолевая трение механизмов затворной коробки и усилие боевой пружины. Естественно, что сальник, испытывая сжатие, самоуплотняется за счет сближения между собой чугунных колец *7* и выклинивания сальниковой набивки *8*; сальниковая набивка при этом плотнее прилегает к стенкам цилиндра. Необходимо заметить, что во время наполнения цилиндра огнесмесью сальниковая набивка находится в состоянии наименьшего уплотнения и испытывает незначительное трение о стенки цилиндра. Незначительная сила трения сальника о стенки цилиндра во время перезарядки огнемета предохраняет сальниковую набивку от преждевременного износа и экономит энергию сжатого воздуха, расходуемую на перезарядку. Наибольшую степень сжатия сальниковая набивка испытывает в конце наполнения цилиндра огнесмесью, когда фланец поршня упрется в заднюю крышку цилиндра; в этот момент саль-

никовая набивка воспринимает всю силу давления огнесмеси на поршень (около 1200 *кг*). Такая сила сжатия сальниковой набивки обеспечивает надежную герметизацию пороховой камеры от проникания огнесмеси.

В момент выстрела самоуплотнение сальниковой набивки осуществляется в результате давления пороховых газов на площадь сечения переднего кольцевого выступа фланца поршня; в этом случае сила давления на сальник достигает величины 1650—1890 *кг* (соответственно при 30—35 *ати* давления пороховых газов). Такая сила сжатия сальниковой набивки обеспечивает надежную герметизацию и не допускает прорыва пороховых газов в жидкостную камеру цилиндра.

Степень уплотнения сальника является переменной величиной и зависит от силы давления на фланец поршня. Таким образом, сальник поршня является автоматически самоуплотняющимся устройством.

Автоматическая задвижка. Ответственной частью задвижки является ее гидропривод, обеспечивающий в нужные моменты автоматическое открывание и закрывание выхода для огнесмеси из насадки огнемета.

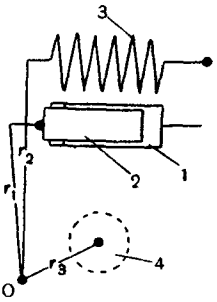


Рис. 120. Схема автоматического гидропривода:
1 — цилиндр гидропривода; *2* — плунжер; *3* — возвратная пружина; *4* — щечки задвижки; r_1 — рычаг плунжера; r_2 — рычаг возвратной пружины; r_3 — рычаг щечек задвижки; *O* — шарнир рычагов

Гидропривод состоит из цилиндра с плунжером, возвратной пружины и системы рычагов.

Во время выстрела задвижка открывается в результате давления огнесмеси, поступающей из цилиндра по подводящей трубке насадки под плунжер гидропривода (рис. 120), когда сила давления на плунжер преодолеет усилие возвратной пружины и силу трения щечек и сальников рычагов.

Закрывание задвижки происходит после выстрела, когда усилие растянутой возвратной пружины преодолевает силу давления огнесмеси на плунжер и силу трения щечек и сальников.

Чтобы лучше уяснить работу гидропривода и взаимодействие его частей, произведем небольшой расчет усилий, развиваемых пружиной и плунжером.

Для расчета имеем следующие данные:

1) диаметр плунжера $d = 2{,}4$ *см*;
2) плечо рычага плунжера $r_1 = 3{,}0$ *см*;
3) плечо рычага пружины $r_2 = 3{,}75$ *см*;
4) усилие пружины на растяжение $\rho = 17{,}7$ *кг/см*;
5) начальное растяжение пружины $l_1 = 1{,}2$ *см* (при закрытой задвижке);
6) максимальное растяжение пружины $l_2 = 4{,}2$ *см* (при полностью открытой задвижке).

Усилие, развиваемое пружиной при закрытой задвижке, будет

$$f_1 = \rho l_1 = 17{,}7 \cdot 1{,}2 = 21{,}2 \ кг,$$

а вращающий момент

$$m_1 = f_1 r_2 = 21{,}2 \cdot 3{,}75 = 79{,}5 \ кгсм.$$

Если пренебречь трением в сальниках и щечке задвижки, то к моменту начала открывания щечек плунжер должен развивать вращающий момент

$M_1 = m_1 = 79{,}5$ *кгсм*. Но $M_1 = F_1 r_1$, где F_1 — сила давления на плунжер; найдем необходимую силу давления на плунжер:

$$F_1 = \frac{M_1}{r_1} = \frac{79{,}5}{3{,}0} = 26{,}5 \text{ кг}.$$

В свою очередь

$$F_1 = p_1 S,$$

где p_1 — давление, *кг/см²*;

S — площадь поперечного сечения плунжера, *см²*.

Отсюда найдем давление на плунжер p_1, при котором начинает открываться задвижка:

$$p_1 = \frac{F_1}{S} = \frac{26{,}5}{4{,}53} = 6{,}62 \text{ кг/см}^2.$$

Далее, определим давление, при котором задвижка полностью открывается или начинает закрываться.

Усилие пружины будет $f_2 = p l_2 = 17{,}7 \cdot 4{,}2 = 74{,}4$ *кг*, а вращающий момент $m_2 = f_2 r_2 = 74{,}4 \cdot 3{,}75 = 279{,}5$ *кгсм*.

К началу закрывания задвижки моменты сил пружины и плунжера должны быть равны, т. е. $m_2 = M_2 = 279{,}5$ *кгсм*.

Но

$$M_2 = F_2 r_1,$$

где F_2 — сила давления на плунжер при полностью открытой задвижке, *кг*; тогда

$$F_2 = \frac{M_2}{r_1} = \frac{279{,}5}{3{,}0} = 93{,}2 \text{ кг}.$$

В свою очередь

$$F_2 = p_2 S.$$

Отсюда

$$p_2 = \frac{F_2}{S} = \frac{93{,}2}{4{,}53} = 20{,}6 \text{ кг/см}^2.$$

Стало быть, задвижка будет полностью открыта или начнет закрываться при давлении на огнесмесь около 21 *ати*.

§ 97. ЯВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ВЫСТРЕЛА

Полувоздушные и воздушные выстрелы происходят тогда, когда в цилиндре частично или полностью отсутствует огнесмесь, т. е. жидкостная камера частично или целиком заполнена воздухом и парами огнесмеси. В этом случае при выстреле поршень приобретает большую скорость, выбрасывая из насадки воздух и ударяясь с большой силой о переднюю крышку цилиндра. Сильный удар поршня при недостаточно жестком креплении огнемета может сдвинуть его вперед, а затворная рама в силу инерции при этом остается на месте и скосами своего фигурного гнезда выводит боевые упоры затвора из уступов затворной коробки; освобожденный затвор под давлением пороховых газов на патрон отходит назад и выбрасывает в гильзоприемник патрон с продолжающим гореть порохом.

Воздушные выстрелы могут привести к повреждению огнемета или к возникновению пожара в танке, поэтому в АТО-42 имеются

автоматические механизмы, препятствующие выбросу несгоревшего патрона и предупреждающие об израсходовании огнесмеси. К этим механизмам относятся инерционная собачка и инерционный выключатель.

Инерционная собачка (рис. 121) предназначена для предотвращения выброса несгоревшего патрона; она действует только после воздушного или полувоздушного выстрела в огнеметах с недостаточно жестким креплением. Такой огнемет при ударе поршня о переднюю крышку получит резкий толчок вперед (по отношению к рис. 121 — влево), а инерционная собачка, имеющая центр тяже-

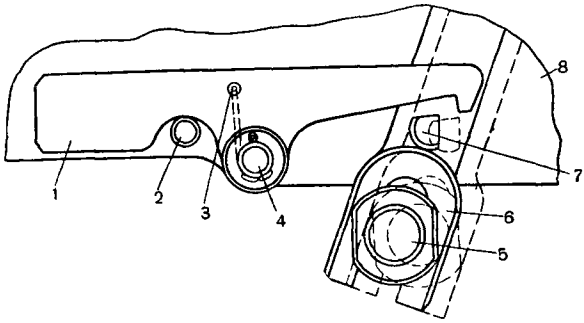


Рис. 121. Схема инерционной собачки:

1 — инерционная собачка; *2* — опорный штифт; *3* — спиральная пружина; *4* — ось; *5* — рукоятка затворной рамы; *6* — рычаг боевой пружины; *7* — сухарь; *8* — щека затворной коробки (левая)

сти выше оси ее качания, повернется по часовой стрелке и зацепит своим зубом за сухарь *7* на рычаге *6*: затворная рама будет удержана на месте, а открывание затвора и выбрасывание горящего патрона будут предотвращены.

При жестком креплении сдвиг огнемета ничтожен и действия инерционной собачки не происходит. Естественно, что в этом случае открывание затвора и выбрасывание несгоревшего патрона также исключены.

Однако при жестком креплении воздушные выстрелы являются еще более нежелательными, так как увеличивают опасность повреждения огнемета при ударе поршня о переднюю крышку.

Инерционный выключатель предназначен для предотвращения взведения затвора; он действует только тогда, когда в резервуаре огнесмесь уже израсходована и в цилиндр поступает сжатый воздух.

При поступлении в цилиндр сжатого воздуха поршень и связанный с ним шток начинают двигаться с повышенной скоростью. Шток своим кольцевым выступом *1* (рис. 122) ударяет по шепталу *2* так, что, возвращаясь под действием пружины *3* в свое исходное положение, шептало не успевает зацепиться за кольцевой

уступ 7 на штоке, и затвор остается невзведенным. В этом случае огнеметание необходимо прекратить.

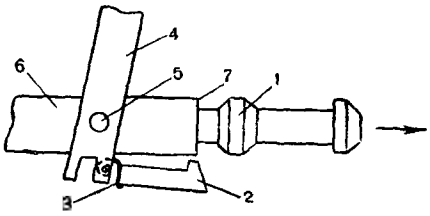


Рис. 122. Схема инерционного выключателя:

1 — кольцевой выступ; *2* — шептало; *3* — пружина; *4* — рычаг затворной рамы; *5* — рукоятка; *6* — шток; *7* — кольцевой уступ

Основную роль в инерционном выключателе играет пружина шептала, рассчитанная на определенное усилие, поэтому при поломке пружины шептала она должна быть заменена точно такой же новой пружиной из комплекта запасных частей.

§ 98. ВИД БОЕВОЙ ГОТОВНОСТИ ТАНКОВЫХ ОГНЕМЕТОВ

Для танковых огнеметов предусмотрены два вида боевой готовности: готовность № 2 и готовность № 1.

Готовность № 2. В состоянии готовности № 2 огнемет находится с момента его зарядки и контрольной проверки до прибытия танка на исходные позиции, где экипаж танка получает боевую задачу.

Готовность № 2 определяется следующим состоянием огнемета:

— резервуар заправлен огнесмесью, а бензиновый бачок бензином;

— баллоны снаряжены сжатым воздухом с давлением не менее 120 *ати*;

— вентили баллонов, воздушно-запорный и разгрузочный воздушный закрыты;

— редукторы воздушной системы отрегулированы;

— соединения частей воздушной, жидкостной и бензиновой систем проверены на герметичность, а крепление огнемета на прочность;

— цилиндр заполнен огнесмесью;

— запорно-обратный клапан закрыт;

— ход затвора и действие зажигалки проверены;

— магазин без патронов;

— тумблер выключен;

— на бронеколпак огнемета надет чехол.

Если после контрольного осмотра огнемета в скором времени предвидится огнеметание, то резервуар с огнесмесью и бензиновый бачок могут быть оставлены под давлением.

Готовность № 1. В состоянии готовности № 1 огнемет приводится на исходных позициях после получения боевой задачи экипажем танка.

Готовность № 1 позволяет немедленно производить огнеметание и характеризуется следующим состоянием огнемета:

— с бронеколпака огнемета снят чехол;

— резервуар заправлен огнесмесью, а бензиновый бачок бензином и находятся под давлением;

— баллоны снаряжены сжатым воздухом с давлением не менее 120 *ати*;

— вентили баллонов и воздушно-запорный вентиль открыты доотказа;

— редукторы воздушной системы отрегулированы;

— соединения частей воздушной, жидкостной и бензиновой систем и крепление огнемета вновь осмотрены;

— цилиндр заполнен огнесмесью;

— запорно-обратный клапан открыт доотказа;

— магазин заполнен патронами;

— затвор взведен, очередной патрон находится в затворе;

— выключатель массы и тумблер включены.

При выходе танка с исходных позиций на выполнение боевой задачи затвор с предохранителя снимается.

Во время приведения огнемета в состояние готовности № 1 необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

1) не закладывать в магазин первый патрон без предварительной отводки затвора назад на 20—30 *мм*, так как в противном случае неизбежна задержка в работе затвора и возможна поломка поддерживающей пружины магазина;

2) не выходить из танка, не убедившись, что затвор поставлен на предохранитель;

3) не находиться перед огнемётом.

§ 99. ОГНЕМЕТАНИЕ ИЗ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТАНКОВОГО ОГНЕМЕТА АТО-42

Огнеметание из АТО-42 производится с хода или с короткой остановки в момент сближения с объектом поражения на дистанцию огнеметного выстрела (120 *м* и менее).

Наводка в цель, как указано выше, осуществляется по-разному, в зависимости от места установки огнемета в танке. На танке Т-34 наводка огнемета в цель в основном производится поворотом танка и уточняется при помощи механизма наводки в пределах 15° как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Отсюда становится понятным, что огнеметание из танка Т-34 может вестись только в секторе до 30° впереди танка. Наводку и огнеметание выполняет механик-водитель по команде командира танка.

На тяжелых танках, где огнемет устанавливается в башне и является подвижным по отношению к корпусу танка, наводка огнемета в цель осуществляется при помощи поворота башни, а огне-

метание может вестись в любом секторе, независимо от направления танка. Наводку и огнеметание из тяжелого танка выполняет командир танка.

Для производства выстрела необходимо навести огнемет в цель поворотом танка или башни и плавно нажать на спусковой рычаг или пуговку электробензовключателя. Если выстрел одиночный, то после односекундного нажима следует отпустить рычаг или пуговку. При огнеметании автоматической очередью нужно оставить рычаг или пуговку нажатыми, пока огнемет не сделает требуемого количества выстрелов. Если произошла осечка, то перезарядить огнемет вручную, а патрон с осечкой использовать вторично.

Техника и приемы огнеметания должны быть различными, в зависимости от поражаемого объекта.

Так, например, огнеметание по противнику, находящемуся в окопах, траншеях и ходах сообщения, выгоднее вести вдоль последних или под малым углом к ним. Если же встретится необходимость огнеметания по окопам в перпендикулярном направлении, то его целесообразнее осуществлять с предельно дальней дистанции.

По танкам, машинам, орудиям и амбразурам огнеметание необходимо вести с дистанций меньших, чем предельная.

При огнеметании по амбразурам долговременных оборонительных сооружений и укрепленных зданий, а также при поджоге строений целесообразно сначала сделать один-два выстрела негорящей струей огнесмеси, а затем горящей. Для этого на время первых одного-двух выстрелов достаточно выключить тумблер зажигания.

Во время огнеметания необходимо пополнять магазин патронами, не дожидаясь его полного опорожнения, и следить за нормальной работой огнемета.

Если при ходе поршня назад ощутился удар и затвор не взвелся на боевой взвод (шептало не зацепилось за уступ штока), то, следовательно, огнесмесь израсходована, а цилиндр заполнился воздухом; огнеметание в таком случае нужно прекратить, а затвор поставить на предохранитель.

По израсходовании в бою всей огнесмеси при первой возможности (не прекращая выполнения боевой задачи другими средствами танка) необходимо:

— выключить тумблер зажигания;
— поставить затвор на предохранитель;
— закрыть вентили баллонов;
— закрыть запорно-воздушный и запорно-обратный вентили;
— освободить резервуар от давления, открыв разгрузочный воздушный вентиль;
— освободить бензиновый бачок от давления, открыв клапан.

Если боевая задача выполнена, а огнесмесь не израсходована, необходимо:

— выключить тумблер зажигания;
— поставить затвор на предохранитель;
— закрыть запорно-обратный вентиль;
— закрыть вентили баллонов;

— спустить давление из резервуара, открыв воздушный разгрузочный вентиль;

— спустить давление из бензинового бачка, открыв клапан.

По прибытии на сборный пункт следует:

— извлечь неизрасходованные патроны из магазина;

— извлечь последний патрон из затвора, для чего, придерживая рукоятку затворной рамы, нажать на спуск и медленно спускать затвор с боевого взвода; в момент прохождения патрона над гильзоприемником остановить затвор и вытолкнуть из него патрон рукояткой молотка или пальцем через отверстие в боковой щеке затворной коробки;

— надеть чехол на бронеколпак огнемета.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и принцип действия АТО-42.
2. Описать механизм самоуплотнения сальника поршня.
3. Назначение инерционной собачки и выключателя и механизм их действия.
4. Описать взаимодействие частей автоматической задвижки.
5. Техника и приемы огнеметания по различным объектам.

ГЛАВА XVII

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

§ 100. НАЗНАЧЕНИЕ, ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ АКС-2

Сжатый воздух широко используется в войсках: им пользуются в авиации, бронетанковых и инженерных войсках для пуска двигателей и для других целей. Сжатый воздух применяется в установках для дымопуска из бочек, в ранцевых и автоматических танковых огнеметах.

Для обеспечения войск сжатым воздухом в Советской Армии имеются войсковые компрессорные станции АКС-2.

Войсковая компрессорная станция АКС-2 предназначена для наполнения баллонов сжатым воздухом в полевых условиях. Она смонтирована на двухосном прицепном шасси (рис. 123) и может передвигаться при помощи грузового автомобиля или тягача.

Название компрессорной станции АКС-2 (авиационная компрессорная станция, тип 2) сложилось исторически, так как она была сконструирована для обслуживания самолетов и впервые применялась на военных аэродромах.

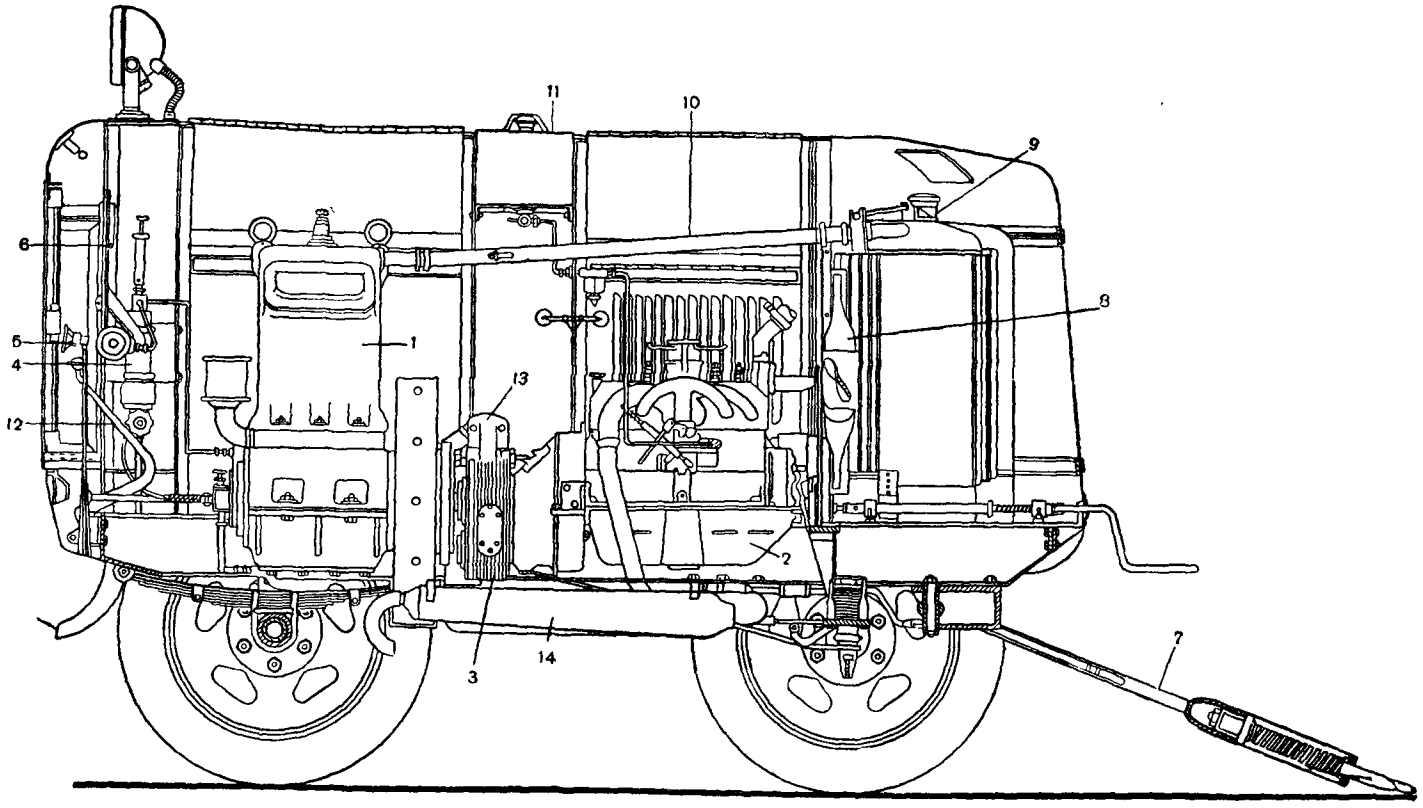


Рис. 123. Вид компрессорной станции сбоку (дверцы сняты):

1 — трехступенчатый компрессор; *2* — бензиновый двигатель; *3* — редуктор оборотов; *4* — водомаслоотделитель; *5* — раздаточная колонка; *6* — щит управления, *7* — прицепное устройство; *8* — вентилятор; *9* — радиаторы; *10* — водяной трубопровод; *11* — бензиновый бак; *12* — рычаг сцепления; *13* — водяной насос; *14* — глушитель

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АКС-2

Конечное рабочее давление	150 *ати*
Производительность [1]:	
по объему засасываемого воздуха	Около 50 *м³/час*
по объему воздуха, сжатого до 150 *ати*	Около 330 *л/час*
Потребляемая мощность [1]	22 *л. с.*
Общий вес станции (с полной заправкой)	2 *т*
Скорость передвижения	До 25 *км/час*

Основные узлы АКС-2:

— трехступенчатый компрессор закрытого типа АК-50/150;

— двигатель бензиновый ГАЗ с вспомогательным оборудованием;

— редуктор оборотов;

— полужесткая муфта-маховик;

— системы охлаждения компрессора и двигателя;

— водомаслоотделитель с предохранительным клапаном на 170 *ати*;

— раздаточная колонка на четыре точки;

— щит управления с приборами;

— двухосное шасси с прицепным устройством;

— электрооборудование.

Принцип действия компрессора. Получение сжатого воздуха в компрессоре АК-50/150 происходит по следующей схеме (рис. 124).

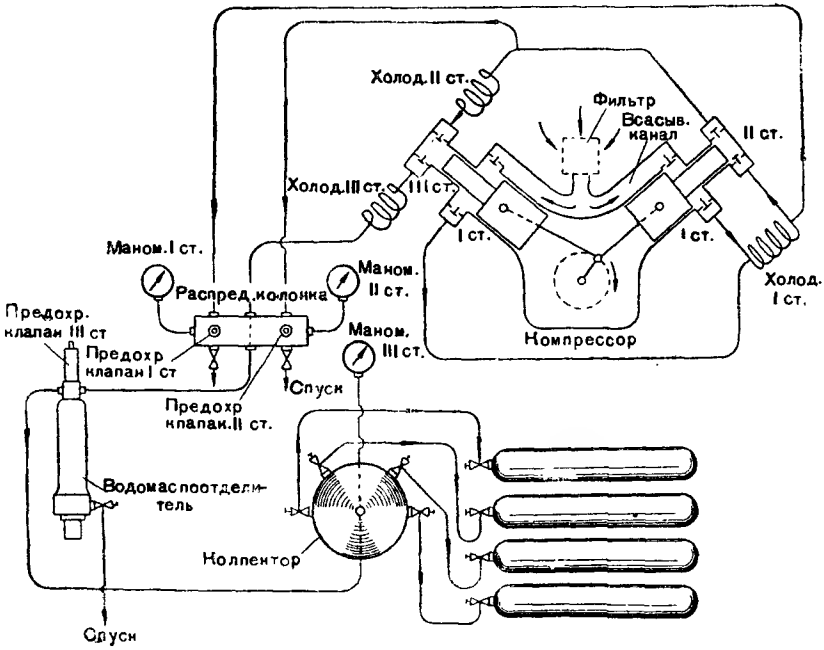


Рис. 124. Схема получения сжатого воздуха в АКС-2

[1] При 600 оборотах вала компрессора в минуту.

При движении поршней вниз в цилиндрах I ступени создается разрежение, и атмосферный воздух через всасывающие клапаны поступает в оба цилиндра.

Во время обратного хода поршней поступивший воздух сжимается и через нагнетательные клапаны выталкивается в холодильник I ступени. В холодильнике воздух охлаждается и при опускании поршня в цилиндре II ступени поступает в этот цилиндр через его всасывающий клапан.

Здесь воздух вторично сжимается и через нагнетательный клапан подается в холодильник II ступени.

Охлажденный воздух далее поступает в цилиндр III ступени, где сжимается до конечного давления.

Затем сжатый воздух проходит последовательно холодильник III ступени, водомаслоотделитель, раздаточную колонку (коллектор) и, наконец, поступает в баллоны.

§ 101. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ АКС-2

Ввиду того что устройство основных узлов АКС-2 достаточно подробно изложено в специальных инструкциях по этой машине, мы остановимся лишь на тех вопросах, которые недостаточно освещены.

Режим работы компрессора АК-50/150. К компрессору, предназначенному для работы в полевых условиях, предъявляются следующие требования: компактность, легкость, простота устройства, удобство в обращении и безотказность в действии.

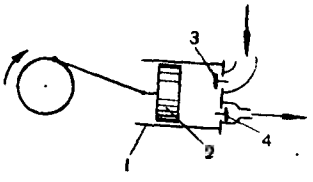


Рис. 125. Схема действия одноступенчатого компрессора:

1 — цилиндр; *2* — поршень; *3* — всасывающий клапан; *4* — нагнетательный клапан

Все эти требования разрешены в АКС-2 конструктивным путем и в результате использования легких сплавов.

Принципиально самым простым является одноступенчатый компрессор, в котором сжатие воздуха производится в одном цилиндре (в одну ступень). Схема действия такого компрессора (рис. 125) заключается в следующем.

При ходе поршня *2* влево в полости цилиндра *1* создается разрежение, в результате чего наружный воздух, открывая всасывающий клапан *3*, поступает в цилиндр.

При ходе поршня вправо воздух, поступивший в цилиндр, сжимается и через открывающийся под его давлением нагнетательный клапан *4* подается к потребителю.

При сжатии в цилиндре температура воздуха повышается.

Температуру воздуха в конце сжатия можно определить по формуле

$$T_н = T_в \left(\frac{p_н}{p_в} \right)^{\frac{n-1}{n}}, \qquad (118)$$

где $T_н$ — абсолютная температура нагнетаемого воздуха;
$T_в$ — абсолютная температура всасываемого воздуха;
$p_н$ — давление нагнетания, *ата*;
$p_в$ — давление всасывания, *ата*;
n — показатель политропы (для воздушных компрессоров $n = 1{,}3$).

Из этой формулы видно, что температура воздуха в конце сжатия зависит от температуры всасываемого воздуха $T_в$ и степени сжатия $\frac{p_н}{p_в}$.

Такая зависимость приведена в табл. 24.

Таблица 24

Зависимость температуры воздуха от степени сжатия

$T_в = 288°$ К (15° С)

Степень сжатия $\frac{p_н}{p_в}$	Температура воздуха в конце сжатия в °С
2	65
4	123
6	162
8	194
10	217
12	238
100	539
151	645

Допустимая величина степени сжатия практически и прежде всего определяется температурой вспышки масел, применяемых для смазки цилиндров и поршней.

Компрессорные масла (марок Л, М и Т) имеют температуру вспышки 200—240° С.

Таким образом, степень сжатия не должна превышать величины 6—8. Следовательно, одноступенчатый компрессор пригоден для получения сжатого воздуха с давлением не свыше 6—8 *ата*. Стало быть, сжатый воздух с давлением 151 *ата* можно получать только в многоступенчатых компрессорах с промежуточным охлаждением воздуха между ступенями сжатия. В народном хозяйстве для этой цели используются 4—5-ступенчатые компрессоры.

Наличие 4—5 ступеней дает возможность иметь малую степень сжатия (соответственно 3,7 и 2,9) и обеспечить наиболее благоприятный режим работы компрессора, но в то же время приводит к усложнению конструкции и увеличению ее громоздкости.

Сложные и громоздкие конструкции компрессоров промышленного типа непригодны для эксплоатации в войсках.

Для получения сжатого воздуха (с конечным давлением 151 *ата*, т. е. 150 *ати*) в войсковых условиях нужен компрессор с минимально допустимым количеством ступеней сжатия.

Количество ступеней поршневого компрессора при одинаковой степени сжатия во всех ступенях определяется по формуле

$$m = \frac{\lg p_к - \lg p_0}{\lg x}, \qquad (119)$$

где m — число ступеней;
$p_к$ — конечное давление сжатого воздуха, *ата*;
p_0 — давление всасываемого (атмосферного) воздуха, *ата*;
x — степень сжатия $\left(x = \frac{p_н}{p_в}\right)$.

Положим $x = 6$, $p_к = 151$ *ата*, $p_0 = 1$ *ата*. Тогда для нашего компрессора

$$m = \frac{2{,}17898 - 0{,}00000}{0{,}77815} = 2{,}7,$$

но дробного числа ступеней быть не может, поэтому принимаем $m = 3$.

Степень сжатия при допущении ее равенства во всех ступенях определяется по формуле

$$x = \sqrt[m]{\frac{p_к}{p_0}}. \qquad (120)$$

По этой формуле мы можем уточнить степень сжатия в нашем компрессоре.

При трех ступенях

$$x = \sqrt[3]{\frac{151}{1}} = 5{,}31.$$

Практически степень сжатия должна быть увеличена на 5—7% с расчетом возмещения потерь давления воздуха на преодоление сопротивлений по пути его движения.

Следовательно, для нашего компрессора степень сжатия будет $x_{пр} = 5{,}6$. При этой степени сжатия давления, с учетом сопротивления клапанов, распределятся по ступеням следующим образом:

I ступень

Давление всасывания	1	*ата*
Давление нагнетания	5,6	»

II ступень

Давление всасывания	5,2	»
Давление нагнетания	29,2	»

III ступень

Давление всасывания	27,2	»
Давление нагнетания	152,5	»

Таким образом, требование простоты устройства разрешено путем создания компрессора АК-50/150 с минимально допустимым числом ступеней сжатия.

Однако уменьшение числа ступеней приводит к более жесткому режиму работы компрессора и требует наличия особо надежных систем смазки и охлаждения.

Система смазки. Система смазки трущихся частей компрессора включает:

1) смазку под давлением;
2) смазку разбрызгиванием;
3) барботажную смазку.

Смазка под давлением предназначена для подачи масла к трущимся частям шатунно-кривошипного механизма и осуществляется при помощи шестеренного масляного насоса. Этот вид смазки обеспечивает надежную смазку шатунной шейки коленчатого вала, подшипников нижних головок шатунов, втулок верхних головок шатунов и поршневых пальцев. Давление масла регулируется игольчатым перепускным вентилем насоса и контролируется по манометру. Оно должно быть 0,5—0,7 *ати*.

Смазка разбрызгиванием предназначается для подачи масла к коренным роликовым подшипникам коленчатого вала и нижним полостям цилиндра I ступени. Разбрызгивание достигается вследствие ударов противовесов коленчатого вала о поверхностный слой масла, находящегося в картере компрессора. При разбрызгивании масла образуются капли размером от нескольких миллиметров до сотых долей миллиметра (масляная пыль). Уровень масла в картере контролируется при помощи двух краников; он должен быть ниже верхнего и выше нижнего краников.

Барботажная смазка предназначена для уменьшения трения и обеспечения герметичности между поршнями и цилиндрами во всех ступенях. Она осуществляется следующим образом. Внутренняя полость картера компрессора через отверстие в стенке имеет сообщение со всасывающим каналом I ступени (рис. 126). При открытом отверстии и разрежении во всасывающем канале воздух, насыщенный частицами масла, поступает из картера

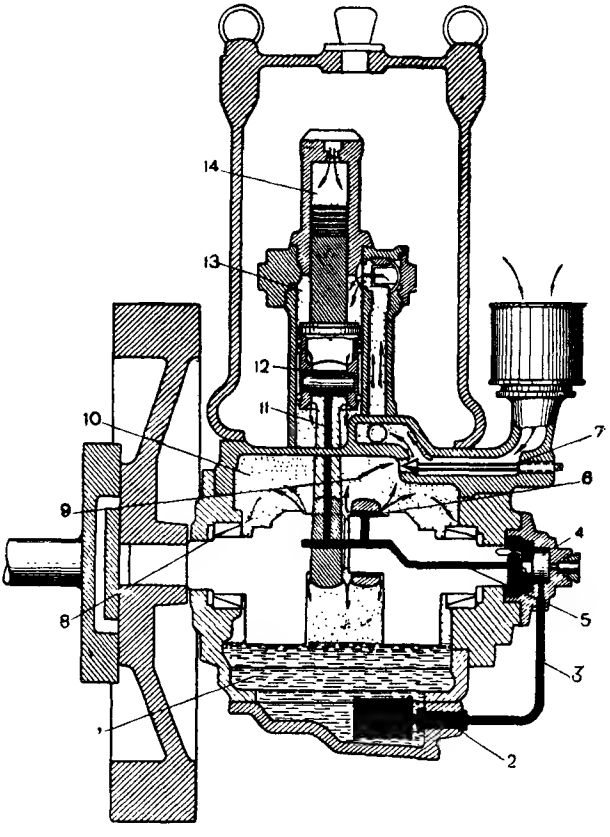


Рис. 126. Схема смазки компрессора АКС-2:
1 — масло; *2* — масляный фильтр; *3* — масляный трубопровод; *4* — масляный насос; *5* — масляный канал; *6* — смазка шатунных подшипников; *7* — регулирующая игла; *8* — смазка коренных подшипников; *9* — движение масляной пыли; *10* — масляная пыль; *11* — трубка для смазки пальца; *12* — смазка пальца; *13* — смазка цилиндра I ст.; *14* — смазка цилиндра II и III ст.

в цилиндры I ступени. Часть масляных капель оседает на стенках цилиндров и образует масляную пленку, уменьшающую трение и обеспечивающую герметизацию между поршнями и цилиндрами. Остальная часть масляных капель вместе со сжимаемым воздухом проходит последовательно во II и III ступенях, обеспечивая смазку поршней и цилиндров в этих ступенях. Необходимо отметить, что количество масла, приходящееся на единицу смазываемой поверхности, в высшей ступени всегда больше, чем в низших ступенях.

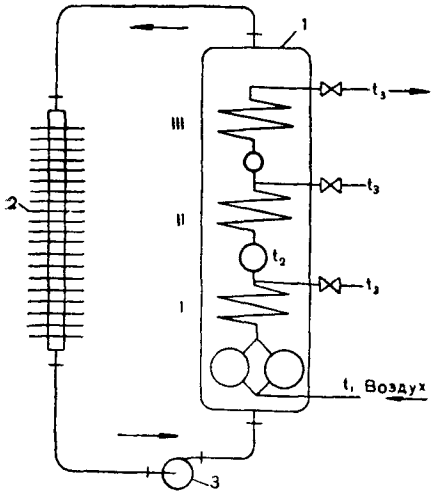


Рис. 127. Система охлаждения АК-50/150:
1 — охлаждающая ванна; *2* — радиатор; *3* — водяная помпа

Подача масляных брызг из картера во всасывающий канал регулируется регулирующей иглой. Контроль за смазкой цилиндров во всех ступенях осуществляется осмотром. Для этого открывают продувочные вентили II и III ступеней и на пути выходящего воздуха подставляют листы белой бумаги. Масло, выбрасываемое вместе с воздухом, оставляет на бумаге пятна. Если пятна прозрачны и имеют светложелтый цвет, смазка нормальна. При слишком большой подаче масла пятна становятся темными. Жирные сгустки свидетельствуют о плохом распылении масла вследствие большой вязкости последнего. В этом случае требуется заменить масло менее вязким (например, компрессорное масло марки Т заменить маслом М или Л).

Система охлаждения. Система охлаждения компрессора (рис. 127) состоит из охлаждающей ванны, радиатора и водяной помпы.

В ванне помещаются охлаждаемые цилиндры и змеевики холодильников всех ступеней.

В качестве охлаждающей жидкости в зависимости от температуры наружного воздуха применяется вода или антифриз (незамерзающая до —40° С жидкость). Количество жидкости, циркулирующей в охлаждающей системе, 140 *л*.

Понижение температуры охлаждающей жидкости происходит в радиаторе и достигает величины 2—3° С ($t''_2 - t'_2 = 2—3°$). Естественно, что температура охлаждающей жидкости t_2 зависит от температуры воздуха t_1, омывающего радиатор, и будет всегда выше последней. В свою очередь температура сжатого воздуха t_3, прошедшего через змеевиковые холодильники, будет выше температуры охлаждающей жидкости.

Таким образом,

$$t_3 > t_2 > t_1,$$

где $t_2 = \frac{t_2'' + t_2'}{2}$ — средняя температура охлаждающей жидкости.

Через некоторое время после пуска компрессора АК-50/150 в нормально действующей системе охлаждения устанавливается постоянный температурный режим, причем

$$t_2 = t_1 + 15^\circ\,\text{C} \text{ и } t_3 = t_2 + 15^\circ\,\text{C} \text{ или } t_3 = t_1 + 30^\circ\,\text{C}.$$

Знание температурного режима позволяет контролировать исправность работы системы охлаждения. Если, например, разность между температурами охлаждающей жидкости и наружного воздуха больше 15—16° С, то система охлаждения неисправна.

Причинами неисправности могут быть: образование накипи в радиаторе, ослабление натяжения ремней водяной помпы и вентилятора, недостаточное количество охлаждающей жидкости.

Знание температурного режима позволяет ответить на вопрос, почему через некоторое время после наполнения баллонов давление сжатого воздуха в них падает.

Пусть давление в баллонах $p_3 = 151$ *ата* при $t_3 = 45^\circ$ С, а температура наружного воздуха $t_1 = 15^\circ$ С. Тогда по охлаждении сжатого воздуха с t_3 до t_1 давление его будет p_1. Согласно газовым законам Бойля-Мариотта и Гей-Люссака

$$p_1 = p_3 \frac{T_1}{T_3},$$

где $T_1 = 273 + t_1$ и $T_3 = 273 + t_3$ — абсолютные температуры.

Отсюда

$$p_1 = 151 \frac{288}{318} = 136{,}8 \text{ } ата.$$

Водомаслоотделитель. Водомаслоотделитель предназначен для очистки сжатого воздуха от масла и воды. Масло попадает в цилиндры через барботажную систему смазки, а вода из атмосферного воздуха.

Известно, что атмосферный воздух содержит воду в виде паров. По мере сжатия воздуха объем его пересыщается атмосферной влагой и она выпадает в виде жидкой воды. Простейший расчет подтверждает это положение.

Положим, что температура атмосферного воздуха $t_1 = 20^\circ$ С, а относительная влажность $\varphi = 0{,}5$ (50%). По специальной таблице находим абсолютную влажность, которая равна $\rho_{20} = 17{,}3$ *г/м*^{3} при t_1. Тогда за 1 час работы через компрессор вместе с воздухом пройдет влаги

$$g = Q\rho_{20}\varphi \text{ } г/час,$$

где Q — производительность компрессора (объем воздуха, засасываемого в 1 час), *м*^{3}*/час*.

Тогда

$$g = 50 \cdot 17{,}3 \cdot 0{,}5 = 432{,}5 \text{ } г/час.$$

Объем воздуха, сжатого до давления $p_к = 151$ *ата*, или производительность компрессора, выраженную в объеме сжатого воздуха, найдем по следующей формуле [1]:

$$q = \frac{Qp_0}{p_к}, \qquad (121)$$

где p_0 — давление атмосферного воздуха (1 *ата*).

Тогда

$$q = \frac{50 \cdot 1}{151} = 0{,}331 \ м^3/час.$$

Температура сжатого воздуха $t_2 = 50°$ С ($t_1 + 30°$ С); абсолютная влажность при температуре 50° С $\rho_{50} = 83{,}2$ *г/м*³ (из таблиц).

Сжатый воздух при $t_3 = 50°$ С в объеме q может удержать влаги

$$g_1 = q\rho_{50} = 0{,}331 \cdot 83{,}2 = 27{,}5 \ г/час.$$

Отсюда следует, что в водомаслоотделителе за один час должно скопиться колнчество воды

$$g_2 = g - g_1;$$

$$g_2 = 432{,}5 - 27{,}5 = 405 \ г/час.$$

Скопившиеся в водомаслоотделнтеле воду и масло необходимо спускать через каждые 30—40 минут работы компрессора.

Производительность компрессора. Производительность компрессора зависит от числа оборотов и определяется по формуле

$$Q = 60\eta FSn, \qquad (122)$$

где Q — пронзводительность, *м*³/*час*;

η — коэфицнент подачи — отношение действительно засасываемого объема воздуха к теоретнческому объему ($\eta = 0{,}70$—$0{,}75$);

F — рабочая площадь поршней I ступени (для АК-50/150 $F = 0{,}0188$ *м*²);

S — ход поршней (для АК-50/150 $S = 0{,}1$ *м*);

n — число оборотов в минуту;

60 — переводной коэфициент для исчислеиия количества оборотов в 1 час.

В целях удобства расчета производительности при различных числах оборотов, обозначим $60 \cdot \eta FS$ буквой A, так как эти величиины являются постоянными характеристикамн компрессора.

Тогда $Q = An$ *м*³/*час*; $A = 0{,}08$ (для АК-50/150).

При $n_1 = 400$ *об/мин*

$$Q_1 = 0{,}08 \cdot 400 = 32 \ м^3/час;$$

прн $n_2 = 600$ *об/мин*

$$Q_2 = 0{,}08 \cdot 600 = 48 \ м^3/час.$$

Если пронзводнтельность исчислять в объемах воздуха, сжатого до коиечного давления, то при $p_к = 151$ *ата* по формуле (121)

$$q = \frac{48{,}1}{151} = 0{,}318 \ м^3/час, \text{ или } 318 \ л/час.$$

Таким образом, за 1 час непрерывной работы компрессора можно наполнить сжатым воздухом при давлении 151 *ата:*

Баллонов Е-40 (40-*л*)	8 шт.
Баллонов Е-27 (27-*л*)	12 „
Балллонов Е-13 (13-*л*)	24 „

[1] Формула изотермического сжатия газа; практически она пригодна для наших целей, так как температурный перепад $(t_3 - t_1)$ незначительный.

Для практических расчетов по наполнению баллонов сжатым воздухом необходимо знать возможности АКС-2. При этом нужно учитывать подготовительные мероприятия, связанные с наполнением баллонов.

Из опыта работы с АКС-2 установлено, что на подготовку станции к пуску (проверку наличия воды, масла и горючего, осмотр креплений компрессора и двигателя), запуск двигателя и прогревание компрессора при малых оборотах расходуется 6—7 минут; на присоединение каждого баллона к раздаточной колонке требуется 2 минуты и на отъединение каждого баллона от раздаточной колонки также 2 минуты.

На самый процесс наполнения каждого баллона в зависимости от емкости баллонов при 600 оборотах вала компрессора расходуется время, указанное в табл. 25.

Таблица 25

Время, необходимое для наполнения баллонов

Марка баллона	Емкость баллона *л*	Время в минутах	
		АКС-2 новая	АКС-2, проработавшая без капитального ремонта 2 года
Е-40	40	7,5	9,0
Е-27	27	5,0	6,0
Е-13	13	2,5	3,0

Для того чтобы получить полное время, потребное для присоединения, наполнения и отъединения баллона, надо к времени, указанному в табл. 25, прибавить 4 минуты. Эти данные могут быть положены в основу расчета практических возможностей АКС-2 по наполнению баллонов сжатым воздухом.

§ 102. БАЛЛОНЫ ДЛЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Наиболее употребительны в войсках баллоны, характеристика которых представлена в табл. 26.

Таблица 26

Характеристика баллонов для сжатого воздуха

Марка баллона	Емкость баллона *л*	Наружный диаметр цилиндрической части *мм*	Толщина стенки цилиндрической части *мм*	Длина корпуса *мм*	Ориентировочный вес *кг*	Класс литража
Е-13	13,5	168	7,0	835	29,3	Большого литража
Е-27	27	219	8,0	988	50,0	
Е-40	40	219	8,0	1390	67,0	
Е-1,3	1,3	89	3,75	305	2,5	Малого литража

Баллоны изготовляются из бесшовных стальных труб. Баллоны малого литража для РОКС-3 изготовляются из хромансилиевой стали.

Все баллоны для сжатого воздуха после изготовления проходят последовательно гидравлические и пневматические испытания на прочность и герметичность.

Гидравлические испытания проводятся при давлении 225 *ати*, пневматические при 150 *ати*. Срок годности баллонов в эксплоатации — 3 года после очередных испытаний и клеймения.

Для устойчивости в вертикальном положении баллоны снабжаются башмаками, а для предохранения вентилей от повреждения и засорения — колпакамн. Баллоны к РОКС-3 не имеют башмаков и колпаков и для предохранения вентилей от загрязнения снабжаются заглушками.

Все баллоны для сжатого воздуха, кроме баллонов к РОКС-3, должны быть окрашены масляной краской черного цвета.

По окружности баллона белой краской наносится надпись «СЖ ВОЗДУХ» и под надписью — белая полоса [1]; высота букв должна быть не менее 60 *мм*, а ширина полосы около 25 *мм*.

Баллоны к РОКС-3 окрашиваются масляной краской защитного цвета.

Все баллоны на верхней сферической части должны иметь следующие клейма: марка завода-изготовителя, тип баллона, порядковый номер баллона, вес в килограммах, дата (месяц и год) изготовления (испытания) и следующего испытания, рабочее давление (Р) и пробное давление (П), емкость в литрах, клеймо отдела технического контроля завода-изготовителя.

Высота знаков для клеймения баллонов большого литража не менее 8 *мм*, малого — не менее 6 *мм*.

Правила эксплоатации баллонов. Для обеспечения безопасности при работе с баллонами с сжатым воздухом необходимо точно соблюдать следующие правила:

— не допускать к наполнению баллоны, срок очередного освидетельствования которых истек;

— не превышать установленного рабочего давления при наполнении баллонов;

— не снижать давления в баллонах ниже 0,5 *ати*;

— не допускать образования ржавчины на наружной поверхности баллонов;

— предохранять баллоны, особенно наполненные, от ударов и падения;

— предохранять баллоны от непосредственного воздействия солнечных лучей;

— хранить баллоны в вертикальном положении в гнездах или у опор, предохраняющих баллоны от падения; в горизонтальном положении — на специальных деревянных брусьях;

— сдавать своевременно на освидетельствование баллоны, срок эксплоатации которых истекает.

---

[1] В войсковых условиях надписи «СЖ ВОЗДУХ» и полосы может не быть

§ 103. КИСЛОРОДНЫЙ НАСОС КН-3

Насос КН-3 с ручным приводом предназначен для перекачки кислорода и сжатого воздуха из больших баллонов в малые с доведением давления газа в малых баллонах до 150 *ати*.

В подразделениях ранцевых огнеметов насос КН-3 используется для наполнения баллонов РОКС-3 сжатым воздухом.

Насос КН-3 работает следующим образом (рис. 128).

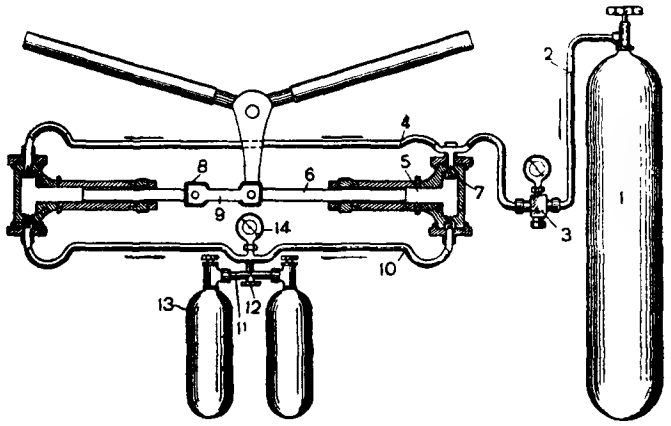


Рис. 128. Насос КН-3:

1 — баллон; *2* — змеевик; *3* — звездка; *4* — приемный трубопровод; *5* — цилиндр; *6* — шток; *7* — клапан; *8* — муфта штока; *9* — шатун; *10* — нагнетательный трубопровод; *11* — коллектор; *12* — вентиль коллектора; *13* — баллон РОКС-3; *14* — манометр

Сжатый воздух из баллона большого литража *1* через змеевик *2*, звездку *3* и приемный трубопровод *4* поступает в цилиндры насоса. Преодолевая незначительное сопротивление клапанов, он далее проходит нагнетательный трубопровод, коллектор и заполняет баллоны РОКС-3 до тех пор, пока в системе не установится равновесие. По установлении равновесия (выравнивания давлений) производится подкачка воздуха в малые баллоны до 150 *ати*. Давление в малых баллонах контролируется по манометру на коллекторе.

Насос КН-3 при перекачке воздуха позволяет доводить давление в малых баллонах до 150 *ати* лишь в том случае, если в баллонах большого литража давление воздуха не ниже 7—7,5 *ати*. Отсюда следует, что степень сжатия $\left(\frac{p_н}{p_в}\right)$ доходит до 20. Такая высокая степень сжатия в насосе допустима по следующим соображениям.

Во-первых, процесс сжатия воздуха в насосе с ручным приводом идет сравнительно медленно (1—2 качания в секунду), и сжимаемый воздух успевает отдавать большое количество тепла через массивные металлические части насоса.

Во-вторых, в насосе применяется стойкая по отношению к высоким температурам и взрывобезопасная глицериновая смазка.

Последнее обстоятельство необходимо особо учитывать и не применять масел для смазки насоса.

Насос КН-3 позволяет наполнять до 12—15 баллонов емкостью 1,3 *л* за 1 час работы.

Общий вес насоса с футляром, принадлежностями и комплектом запасного имущества около 47 *кг*.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и техническая характеристика АКС-2.
2. Какие способы подачи масла к трущимся частям применяются в компрессоре АК-50/150?
3. Как осуществляется охлаждение в компрессоре АК-50/150?
4. Назначение водомаслоотделителя.
5. Каковы возможности АКС-2 по наполнению баллонов сжатым воздухом?
6. Требования, предъявляемые к баллонам для сжатого воздуха, и правила эксплоатации баллонов.
7. Назначение и принцип действия насоса КН-3.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ДЫМОВЫЕ И ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АРТИЛЛЕРИЙСКИЕ СРЕДСТВА

ГЛАВА XVIII

ДЫМОВЫЕ СНАРЯДЫ И МИНЫ

§ 104. НАЗНАЧЕНИЕ ДЫМОВЫХ СНАРЯДОВ И МИН

Во время Великой Отечественной войны дымовые артиллерийские снаряды и мины применялись советской артиллерией и минометами в основном для ослепления (задымления) наблюдательных пунктов и огневых точек противника. Кроме того, дымовые снаряды и мины использовались для сопровождения танковых атак, сигнализации, пристрелки, определения направления и скорости ветра, а также для целеуказания в тех случаях, когда наблюдение разрывов осколочно-фугасных боеприпасов было затруднено.

В комбинации с осколочно-фугасными боеприпасами дымовые снаряды и мины могут быть применены для подавления наблюдательных пунктов и огневых средств противника.

Ценность дымовых снарядов и мин как средства создания дымовых завес заключается в том, что они позволяют получать дым непосредственно в расположении противника, чем достигается наилучшее ослепление его и не создается затруднений для боевых действий своих войск.

Во время Великой Отечественной войны дымовые снаряды применяли для стрельбы из орудий калибром от 76 *мм* и больше, а дымовые мины для стрельбы из минометов калибром 82 и 120 *мм*.

§ 105. УСТРОЙСТВО ДЫМОВЫХ СНАРЯДОВ И МИН

Наиболее широко распространены в артиллерии дымовые боеприпасы ударного типа, по устройству и действию мало чем отличающиеся от обычных осколочных снарядов и мин.

Устройство дымового снаряда ударного действия показано на рис. 129.

Камору снаряда наполияют жидким или твердым дымообразующим веществом. В головное очко корпуса снаряда ввертывают на герметизирующей замазке запальный стакан, внутри которого помещают прессованные шашки ВВ (разрывной заряд). В запальном стакане шашки ВВ поджимаются хвостом головного взрывателя ударного действия.

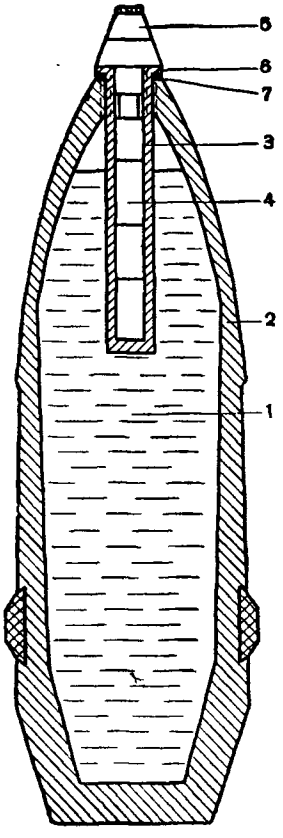


Рис. 129. Дымовой снаряд ударного действия:
1 — дымообразующее вещество; *2* — корпус снаряда; *3* — запальный стакан; *4* — шашки ВВ; *5* — взрыватель; *6* — фланец запального стакана; *7* — свинцовая прокладка

В дымовых снарядах Советской Армии применяется взрыватель КТМ-2.

Для надежности герметизации снаряда между фланцем запального стакана и опорной площадкой корпуса снаряда помещают свинцовую прокладку.

В качестве дымообразующих веществ в дымовых снарядах применяют белый фосфор, серный ангидрид (трехокись серы), хлорное олово и различные твердые и жидкие дымообразующие смеси.

В Советской Армии для снаряжения дымовых снарядов ударного действия обычно применяют белый фосфор.

Дымовой снаряд действует у цели аналогично осколочному снаряду. При встрече с преградой, например с грунтом, происходит взрыв шашек ВВ разрывного заряда, вызывающий дробление запального стакана, оболочки снаряда, а вместе с ними и дымообразующего вещества. На рис. 130 дана фотография, показывающая момент разрыва 122-*мм* дымового снаряда, снаряженного фосфором.

Получающийся в результате взаимодействия фосфора с кислородом воздуха фосфорный ангидрид (P_2O_5) жадно поглощает влагу из атмосферы, и через 2—3 секунды на месте разрыва снаряда образуется густое, трудно просматриваемое сплошное облако дыма.

Эффективность действия фосфорных снарядов во многом определяется удачно подобранным разрывным зарядом ВВ, правильной установкой взрывателя, состоянием погоды и местностью в районе цели.

Разрывной заряд, применяемый для этих снарядов, не велик, но достаточен, чтобы раздробить оболочку на крупные осколки и выбросить из нее фосфор в виде мелких частиц. По отношению к общему весу снаряда заряд ВВ составляет около 1%.

Вследствие малого веса заряда осколочное действие дымовых снарядов незначительно и составляет 10—15% осколочного

действия боеприпасов осколочного или осколочно-фугасного типа.

Эффективность действия дымовых снарядов в большой мере зависит от глубины воронки, получающейся при взрыве. С увеличением глубины воронки эффективность действия дымовых снарядов уменьшается. На мягком и заболоченном грунте воронка получается глубже, чем на твердом и сухом. Вместе с этим глубина воронки зависит также от установки взрывателя. При взрывателе, установленном на осколочное (мгновенное) действие, воронка получается мельче, чем при взрывателе, установленном на фугасное (взрыватель с колпачком) и тем более на замедленное действие.

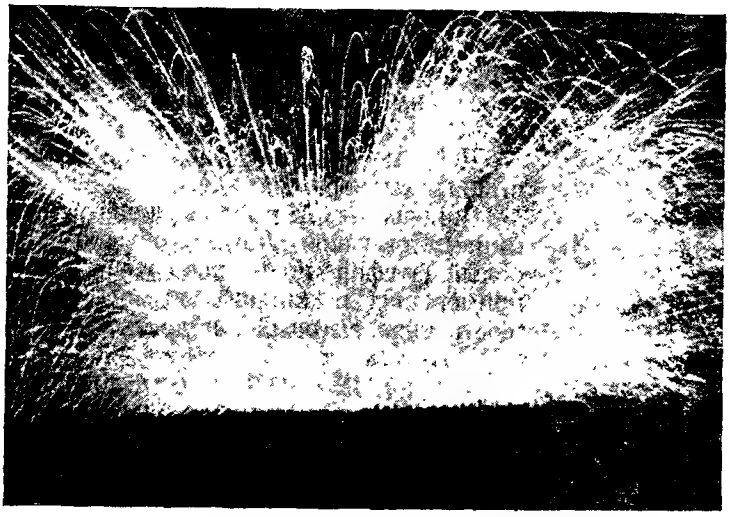


Рис. 130. Разрыв 122-*мм* дымового снаряда, снаряженного фосфором

Поэтому наивыгоднейшей местностью для постановки дымовых завес при помощи дымовых снарядов является местность с твердым и сухим грунтом. Взрыватель при стрельбе дымовыми снарядами всегда применяют с установкой на осколочное (мгновенное) действие.

Эффективность действия дымовых снарядов при наличии снежного покрова в районе цели уменьшается.

Сказанное в одинаковой мере распространяется и на дымовые мины.

Устройство дымовой мины ударного действия показано на рис. 131.

Внутреннюю полость корпуса мины, имеющего каплеобразную форму, наполняют дымообразующим веществом. В головное очко корпуса на герметизирующей замазке ввертывают запальный стакан, внутри которого помещают спрессованные шашки ВВ разрывного заряда. Для надежности герметизации между фланцем за-

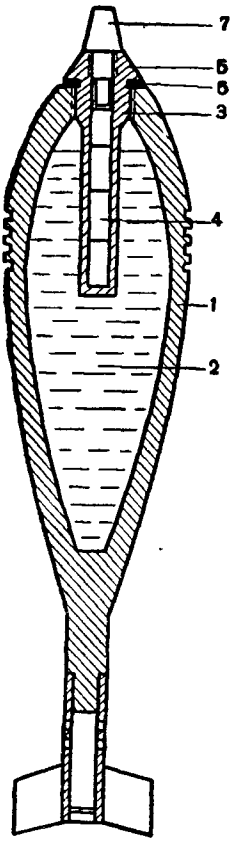


Рис. 131. Дымовая мина ударного действия:

1 — корпус мины; *2* — дымообразующее вещество; *3* — запальный стакан; *4* — шашки ВВ; *5* — фланец запального стакана; *6* — свинцовая прокладка; *7* — взрыватель

пального стакана и опорной площадкой корпуса мины помещают свинцовую или пластмассовую прокладку. В очко запального стакана ввертывают головной взрыватель, хвостом которого поджимают шашки ВВ.

Дымовые мины, состоящие на вооружении Советской Армии, применяются с головными взрывателями М-1 (82-*мм* мины) и ГВМЗ (120-*мм* мины).

Для получения наибольшей эффективности действия мин необходимо перед стрельбой установить взрыватели на осколочное (мгновенное) действие. Достигается это тем, что с взрывателя М-1 снимают колпачок, а во взрывателе ГВМЗ, кроме снятия колпачка, необходимо проверить еще и установку крана на «О».

Действие мины у цели аналогично действию дымового снаряда.

В качестве дымообразующего вещества в минах Советской Армии обычно применяют белый фосфор, но не исключена возможность применения и жидких дымообразующих веществ типа смеси С-4 и др.

§ 106. НОРМЫ РАСХОДА ДЫМОВЫХ СНАРЯДОВ И МИН

Размеры облака дыма, образующегося при разрыве дымового снаряда или мины, подвержены существенным колебаниям и находятся в большой зависимости от тех условий, при которых произошел разрыв, и в первую очередь от метеорологических условий (табл. 27).

При наличии конвекции облако дыма распространяется вверх, а при инверсии, наоборот, прижимается к земле, увеличивая постепенно свои размеры.

В зависимости от скорости ветра и характера растительного покрова облако дыма сохраняет маскирующую способность различное время. Если ветер устойчивый и скорость его невелика (3—5 *м/сек*), то на открытой местности облако дыма сохраняет маскирующую способность в течение:

76- и 85-*мм* снаряды, а также 82-*мм* мины — 15—20 секунд;

100- и 122-*мм* снаряды, а также и 120-*мм* мины — 25—40 секунд.

Благоприятными условиями для боевого применения дымовых снарядов и мин являются:

1) штиль или ветер со скоростью, не превышающей 5 *м/сек*;

2) направление ветра, параллельное фронту участка задымления (фланговый ветер);

3) отсутствие восходящих токов воздуха (конвекции);

4) сырая, прохладная и пасмурная погода;

5) твердый и сухой грунт, густая растительность в районе постановки дымовой завесы.

Таблица 27

Примерные размеры облака дыма, получающегося через 2—3 секунды после разрыва одного дымового снаряда или мины при средних метеорологических условиях

Калибр снаряда или мины	Размеры облака по перпендикуляру к направлению ветра *м*	Высота облака *м*
76-*мм* снаряд	10—15	2—3
85-*мм* „	20—25	4—6
100-*мм* „	25—30	5—7
122-*мм* „	30—40	7—9
82-*мм* мина	10—15	2—3
120-*мм* „	30—40	7—9

При скорости ветра, превышающей 10 *м/сек*, а также при болотистом грунте в районе цели возможность постановки дымовой завесы при помощи артиллерийских средств исключается.

Техника стрельбы дымовыми снарядами мало чем отличается от стрельбы боеприпасами осколочного типа. Особенности сводятся к следующему.

Для достижения внезапности постановки дымовой завесы пристрелку рубежа обычно ведут осколочными снарядами или минами одиночными выстрелами.

Рубеж для постановки дымовой завесы выбирают с расчетом, чтобы облако дыма проходило перед фронтом цели. Для этого при фронтальном ветре на противника средняя точка разрывов должна лежать в 50—100 *м* перед целью в том случае, когда производится ослепление отдельной точки, и в 100—400 *м*, если ставится дымовая завеса на более или менее широком фронте. При фронтальном ветре от противника среднюю точку разрывов совмещают с рубежом цели.

При фланговом ветре среднюю точку разрывов смещают в сторону, откуда дует ветер, на 50—100 *м*, в зависимости от скорости ветра.

Стрельбу на задымление начинают шквалами беглого огня, а получив достаточно плотную дымовую завесу, поддерживают ее маскирующую способность методическим огнем с темпом стрельбы, зависящим от состояния дымовой завесы.

Практикой боевого применения дымовых средств установлено, что одна четырехорудийная батарея любого калибра или 120-*мм* минометная батарея надежно задымляют фронт шириной 300—500 *м*

при фланговом ветре и 100—150 *м* при фронтальном ветре. Для 82-*мм* шестиминометной роты эти нормы увеличиваются в 1,5 раза.

При ширине фронта, превышающей эти размеры, предназначенный для задымления участок делят между батареями (ротами).

Нормы расхода дымовых боеприпасов зависят от метеорологических условий, состояния местности в районе цели, наличия снежного покрова. Определяющими норму расхода являются скорость и направление ветра.

Руководствуясь этими двумя признаками — скоростью и направлением ветра — обычно и устанавливают нормы расхода дымовых боеприпасов.

В табл. 28 и 29 приведены нормы расхода дымовых боеприпасов, установленные в соответствии с вышеуказанными требованиями и проверенные во время Великой Отечественной войны.

Таблица 28

Средний расход дымовых снарядов и мин для постановки и поддержания дымовой завесы в течение 15 минут на фронте в 1 *км* при ветре до 5 *м/сек*

Калибр *мм*	Направление ветра	
	фронтальный на противника или от противника	фланговый
76	1000	500
122	300	150
82	1000	500
120	300	150

При ветре 6—7 *м/сек* приведенные в табл. 28 нормы расхода снарядов увеличиваются на 50—60%.

Таблица 29

Средний расход дымовых снарядов и мин для ослепления (задымления) отдельной неподвижной огневой точки или наблюдательного пункта на срок около 15 минут

Калибр *мм*	Фронтальный ветер		Фланговый ветер			
	до 5 *м/сек*	свыше 5 *м/сек*	до 2 *м/сек*	3—5 *м/сек*	6—7 *м/сек*	свыше 7 *м/сек*
76	120	200	50	80	120	180
122	40	70	20	30	40	80
82	120	200	50	80	120	180
120	40	70	20	30	40	80

При наличии в районе цели снежного покрова, по глубине превышающего 20 *см*, приведенные в табл. 28 и 29 нормы расхода увеличиваются на 50—80%.

При нормах расхода, приведенных в табл. 29, создается дымовая завеса шириной 120—200 *м*, вполне достаточная для задымления отдельной огневой точки или наблюдательного пункта.

Расчет количества орудийно-минометных стволов и дымовых боеприпасов, требующихся для постановки и поддержания дымовых завес, покажем на примерах.

Пример 1. Рассчитать количество 122-*мм* гаубичных батарей и дымовых снарядов, требующихся для задымления в течение 30 минут участка фронта шириной 1,5 *км при* фронтальном ветре со скоростью 6—7 *м/сек*.

Решение

1. Как сказано выше, одна четырехорудийная батарея при фронтальном ветре надежно задымляет участок фронта шириной 150 *м*. Для задымления фронта шириной 1,5 *км* потребуется

$$1500 : 150 = 10 \text{ батарей, или } 4 \cdot 10 = 40 \text{ орудий.}$$

2. Для постановки и поддержания дымовой завесы на фронте шириной 1 *км* на срок 15 минут при фронтальном ветре со скоростью до 5 *м/сек* требуется (см. табл. 28) 300 дымовых снарядов калибра 122 *мм*; на участке фронта шириной 1,5 *км* в течение 30 минут потребуется израсходовать

$$300 \cdot 1{,}5 \cdot 2 = 900 \text{ снарядов.}$$

3. При скорости ветра 6—7 *м/сек* расход дымовых снарядов увеличивают на 50—60%.

Увеличив полученный расход снарядов на 50%, окончательно будем иметь

$$900 \cdot 1{,}5 = 1350 \text{ снарядов.}$$

Следовательно, для постановки дымовой завесы на участке фронта шириной 1,5 *км* и поддержания ее в течение 30 минут при наших условиях потребуется 10 гаубичных 122-*мм* батарей (40 орудий) и 1350 дымовых снарядов.

Рассчитанное таким образом количество снарядов и орудий необходимо сверить с таблицей режима огня (табл. 30).

Таблица 30

Таблица режима огня

Время	Число выстрелов на одно орудие					
	76-*мм* полковая пушка	76-*мм* дивизионная пушка	100- и 107-*мм* пушки	122-*мм* гаубица	152-*мм* гаубица	122-*мм* пушка
1 мин.	15	20	8	8	5	6
3 „	40	40	18	18	12	12
5 „	50	50	25	25	18	18
10 „	70	60	35	35	25	25
15 „	90	70	40	45	30	30
30 „	135	90	55	70	45	45
1 час	200	120	80	100	70	70
2 „	340	210	140	160	120	120
3 „	480	300	200	220	170	170
6 „	750	500	300	350	260	260

Если при этом окажется, что рассчитанное нами количество орудий меньше требующегося по таблице режима огня, то окончательно принимаем количество орудий, соответствующее таблице режима огня.

При обратном соотношении, т. е. когда рассчитанное количество орудий превосходит определенное таблицей режима огня, принимаем рассчитанное количество.

Например, нами установлено, что для постановки и поддержания дымовой завесы требуется 1350 снарядов и 40 гаубиц.

По таблице режима огня на 30 минут стрельбы одной 122-*мм* гаубице положено 70 выстрелов, следовательно, за это время 1350 выстрелов могут сделать 19—20 гаубиц. Независимо от того что таблица режима огня допускает сокращение количества орудий, тем не менее по роду решаемой задачи мы должны окончательно принять не 20, а 40 орудий.

Пример 2. Рассчитать количество 120-*мм* минометов и дымовых мин, требующихся для ослепления наблюдательного пункта на 30 минут при фланговом ветре скоростью 3—5 *м/сек* и наличии снежного покрова, по глубине превышающего 20 *см*.

Решение

1. Ослепление отдельной точки достигается постановкой дымовой завесы шириной 120—200 *м*. Мы знаем, что при фланговом ветре одна четырехминометная 120-*мм* батарея надежно задымляет участок фронта шириной 300—500 *м*.

Отсюда вытекает, что для ослепления наблюдательного пункта потребуется один взвод 120-*мм* минометов (2 миномета).

2. Для задымления на срок 15 минут отдельной точки при фланговом ветре со скоростью 3—5 *м/сек* требуется (см. табл. 29) 30 дымовых 120-*мм* мин.

Для задымления при этих условиях наблюдательного пункта на срок 30 минут потребуется

$$30 \cdot 2 = 60 \text{ мин.}$$

3. Наличие снежного покрова в районе цели, по глубине превышающего 20 *см*, требует увеличения норм расхода дымовых средств на 50—80%. Увеличив полученный нами расход дымовых мин на 60%, окончательно установим, что для решения поставленной задачи потребуется

$$60 \cdot 1{,}6 = 96 \text{ дымовых 120-}мм\text{ мин}$$

и один взвод 120-*мм* минометов (2 миномета).

§ 107. МАРКИРОВКА, ИНДЕКСАЦИЯ И ОКРАСКА ДЫМОВЫХ СНАРЯДОВ И МИН

Маркировкой называются знаки и надписи, нанесенные краской на снарядах (минах), гильзах и укупорке. Маркировка позволяет определить: калибр снаряда (мины), его боевое назначение, устройство, а также время, место и номер партии снаряжения, весовой знак и другие данные.

С развитием артиллерийской техники Советской Армии значительно увеличилось число образцов артиллерийских орудий, минометов и других видов вооружения. Появилось большое количество новых боеприпасов, сходных по наружному виду, но различных по боевому назначению и действию. Полные наименования образцов стали сложными, длинными и неудобными для практического использования.

Для устранения этого неудобства и облегчения учета, составления заявок, нарядов и тому подобных документов введены индексы, т. е. краткие обозначения, присвоенные каждому образцу артиллерийского вооружения, в том числе и боеприпасам.

Индекс может быть полный и сокращенный.

Сокращенный индекс снаряда или мины состоит из трехзначного числа и букв. Например, для 122-*мм* дымового снаряда установлен индекс Д-462.

В этом индексе трехзначное число 462 обозначает артиллерийское орудие (в данном случае 122-*мм* гаубицу), в боекомплекте которой состоит этот снаряд. Все образцы снарядов, состоящие в боекомплекте 122-*мм* гаубицы, имеют в своем индексе это трехзначное число.

Каждому орудию или миномету присвоены вполне определенные и неповторяющиеся трехзначные числа.

В индексе 122-*мм* дымового гаубичного снаряда буква Д обозначает название вида снаряда. В данном случае она является начальной буквой слова «дымовой». В индексах боеприпасов таких букв, всегда расположенных относительно трехзначного числа слева, может быть одна, две и реже три. В большинстве случаев они являются начальными буквами названия снаряда, мины или другого образца вооружения. Например, индекс ОФ-462 обозначает осколочно-фугасный снаряд к 122-*мм* гаубице.

Индексы снарядов и мин содержат также указание, относящееся к металлу, из которого изготовлен корпус снаряда или мины. Если, например, корпус 122-*мм* гаубичного дымового снаряда стальной, то его индексом будет Д-462 без каких-либо добавочных букв. Если же корпус такого снаряда изготовлен из сталистого чугуна, то справа от трехзначного числа в индексе добавляется буква А, т. е. для 122-*мм* дымового гаубичного снаряда с корпусом (оболочкой) из сталистого чугуна индекс будет Д-462А.

Кроме того, индекс содержит указание о типе снаряда, т. е. каким по действию у цели является данный снаряд (мина): ударного или дистанционного действия. В индексе снаряда (мины), скомплектованном (собранном) с взрывателем ударного действия, никаких дополнительных букв или обозначений не содержится. Если же снаряд скомплектован с трубкой дистанционного действия, то справа, относительно трехзначного числа, помещается буква Т.

Сравнение приведенных индексов с полными наименованиями снарядов, которые они обозначают, показывает их краткость, определенность, легкость для запоминания и удобство для практического использования.

Индексы наносят на корпуса снарядов и мин краской черного цвета.

Кроме индексов, на корпусах дымовых снарядов и мин наносят кольцевые полосы черного цвета. Эти полосы предназначаются в качестве дополнительного отличительного признака дымовых боеприпасов на тот случай, если бы индекс оказался полностью или частично стертым при транспортировках или при неаккуратном обращении с боеприпасами.

Чтобы отличить от стальных боеприпасов на корпуса дымовых снарядов и мин, изготовленных из сталистого чугуна, наносят вторые кольцевые полосы. На снарядах эти полосы наносят выше ведущего пояска, а на минах ниже центрующего утолщения.

Кроме индексов и черных кольцевых полос, на корпуса дымовых снарядов и мин наносят краской черного цвета калибр и весовые знаки, а на головной части наносят номер завода, номер партии и год снаряжения, а также шифр вещества, находящегося внутри корпуса снаряда или мины.

Фосфор, идущий на снаряжение дымовых снарядов и мин, обозначается шифром Р-4.

На рис. 132 и 133 показано расположение на корпусе дымового снаряда и мины индекса, кольцевой полосы и шифра.

Сведения об индексах и кольцевых полосах дымовых снарядов и мин даны в табл. 31.

Окраска снарядов и мин применяется как средство предохранения от ржавления, а вместе с тем как дополнительное средство для опознавания снарядов и мин по их боевому назначению.

В мирное время наружную поверхность дымовых снарядов и мин окрашивают в серый цвет, оставляя неокрашенными ведущие пояски и центрующие утолщения.

Индексы выстрелов. Выстрелы с дымовыми снарядами и минами также имеют индексы. Индекс выстрела отличается от индекса снаряда тем, что с правой стороны индекса снаряда, рядом с буквой (буквами), обозначающей название снаряда, добавляется для выстрела унитарного заряжания буква У, для выстрела раздельного заряжания буква В.

Выстрелом унитарного (патронного) заряжания называют выстрел, в котором снаряд и пороховой заряд собраны (скомплектованы) в гильзе; заряжание такого выстрела в орудие производят в один прием. Например, выстрел с 76-*мм* дымовым дальнобойным стальным снарядом к дивизионной пушке является выстрелом унитарного заряжания и ему присвоен индекс УД-350.

Таблица 31

Индексы и маркировочные кольцевые полосы дымовых снарядов и мин

Калибр и наименование снаряда (мины)	Индекс снаряда (мины)	Маркировочные кольцевые полосы	
		количество	место расположения
76-*мм* дальнобойный дымовой снаряд сталистого чугуна . . .	Д-350А	2	Одна выше ведущего пояска, другая ниже центрующего утолщения
76-*мм* дальнобойный дымоной стальной снаряд	Д-350	1	Ниже центрующего утолщения
85-*мм* дальнобойный дымовой стальной снаряд	Д-365	1	Ниже центрующего утолщения
100-*мм* дальнобойный дымовой стальной снаряд	Д-412	1	Ниже центрующего утолщения
122-*мм* дальнобойный гаубичный дымовой стальной снаряд . . .	Д-462	1	Ннже центрующего утолщения
122-*мм* дальнобойный гаубичный дымовой снаряд сталистого чугуна	Д462А	2	Одна ниже центрующего утолщения, другая выше ведущего пояска
82-*мм* дымовая стальная мина	Д-832	1	Ниже центрующего утолщения
82-*мм* дымовая мина сталистого чугуна . .	Д-832А	2	Обе ниже центрующего утолщения
120-*мм* дымовая стальная мина	Д-843	1	Ниже центрующего утолщения
120-*мм* дымовая мина сталистого чугуна . .	Д-843А	2	Обе ниже центрующего утолщения

В отличие от унитариого, выстрел раздельиого (гильзового) заряжания состоит из двух отдельных частей: снаряда и порохового заряда, помещенного в отдельной гильзе. Заряжание орудия таким выстрелом производят в два приема: в первую очередь вкладывают в камору орудия снаряд, а затем заряд.

Например, выстрел с 122-*мм* дымовым дальнобойным стальным снарядом к гаубице является выстрелом раздельиого заряжания и ему присвоен индекс ВД-462.

Индексы минометных выстрелов состоят из индекса мины с добавлением к нему буквы В.

Например, выстрелу с 120-*мм* дымовой миной сталистого чугуна к полковому миномету присвоен индекс ВД-843А.

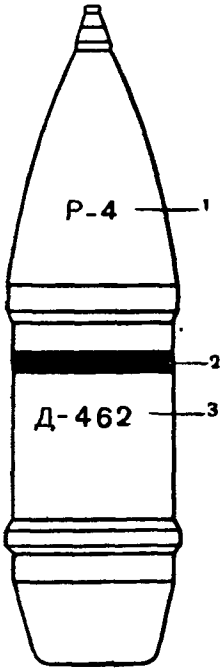


Рис. 132. Элементы маркировки 122-*мм* дымового стального снаряда:

1 — шифр дымообразующего вещества; *2* — кольцевая полоса черного цвета; *3* — индекс 122-*мм* гаубичного дымового снаряда

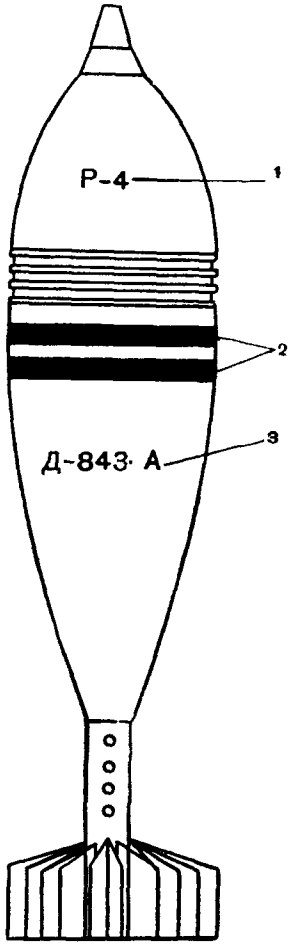


Рис. 133. Элементы маркировки 120-*мм* дымовой мины сталистого чугуна:

1 — шифр дымообразующего вещества; *2* — две кольцевые полосы черного цвета; *3* — индекс 122-*мм* мины сталистого чугуна

Таким же способом составляют индексы выстрелов с различными снарядами и к другим орудиям и минометам артиллерии Советской Армии.

Индекс выстрела унитарного (патронного) заряжания наносят на гильзе и на укупорке (ящике для перевозки боеприпасов), а индекс выстрела раздельного заряжания — только на укупорке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Боевое назначение и классификация дымовых снарядов и мин.
2. Устройство и действие дымового снаряда (мины) у цели.
3. Характеристика дымовых снарядов и мин по размерам и продолжительности маскирующей способности дымового облака.
4. Благоприятные условия для боевого применения дымовых снарядов и мин.
5. Средние нормы расхода дымовых снарядов и мин.
6. Понятие индекса и его назначение в системе артиллерийского вооружения Советской Армии. Индексы дымовых снарядов, мин и выстрелов.
7. Определение по индексу типа дымовых снарядов и мин (ударного или дистанционного действия) и металла их оболочек (корпусов).
8. Назначение, цвет и места нанесения маркировочных кольцевых полос на дымовых снарядах и минах.

ГЛАВА XIX

ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СНАРЯЖЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ

§ 108. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

По химическому признаку зажигательные вещества, применяемые для снаряжения боеприпасов (снарядов, мин, авиабомб и др.), могут быть объединены в две группы.

В первую группу входят вещества, содержащие окислители; сюда относятся:

1) термитно-зажигательные составы, в которых в качестве окислителя применяют окислы металлов; пример такого состава — термит $Fe_2O_3 + Al$ (смесь окиси железа с алюминиевым порошком);

2) составы, в которых в качестве окислителя применяют какую-либо соль; пример такого состава — $KClO_4 + Al$ (смесь перхлората калия с алюминиевым порошком).

Во вторую группу входят вещества, не содержащие окислителей; сюда относятся:

1) электрон;

2) органические вещества (нефть, керосин, смолы и др.);

3) самовоспламеняющиеся вещества (фосфор, фосфиды, сульфиды и др.).

Вещества первой группы горят без доступа кислорода воздуха; горение веществ второй группы без доступа извне кислорода невозможно. В этом состоит принципиальное различие между ними.

§ 109. ТЕРМИТНО-ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ

Наиболее распространенным и дешевым зажигательным веществом является термит, представляющий собой механическую смесь порошкообразного (или зерненого) алюминия и окислов железа. По внешнему виду термит — порошок серого цвета с серебристым оттенком.

Термитная смесь в виде порошка для снаряжения зажигательных боеприпасов артиллерии, авиации и других родов войск не применяется ввиду отсутствия у порошка механической прочности и относительно небольшого его удельного веса. Поэтому порошок термитной смеси обычно прессуют в виде брикетов той или иной формы и размеров, удобных для размещения их в оболочках (корпусах) снарядов, мин, авиабомб и других боеприпасов.

Для большей прочности брикетов в порошок термита перед прессованием добавляют так называемый цементатор: олифу, жидкое стекло, канифоль и др. После сушки при температуре 45—100° С прессованный термит по цвету, твердости и виду поверхности излома похож на чугун.

Прессованный термит не чувствителен к удару и воспламеняется с трудом. Температура воспламенения термита 1150—1250° С. Высокая температура, требующаяся для воспламенения термита, является одним из отрицательных его свойств. Поджигание термита обычными воспламенительными средствами (спичками, огнепроводным шнуром и др.) невозможно. Поэтому для снаряжения зажигательных снарядов, мин и авиабомб термит $Fe_2O_3 + Al$ в чистом виде не применяют.

Практически для снаряжения боеприпасов идет так называемый основной термитный состав, содержащий, кроме термита, ряд добавок, не только облегчающих его воспламенение, но и создающих пламя, увеличивающее зажигательное действие. В качестве таких добавок применяют нитрат бария $Ba(NO_3)_2$, магний и др.

Так, например, для снаряжения зажигательных снарядов часто применяют основной термитный состав, состоящий из двух смесей: 80% термитной смеси и 20% осветительной смеси.

В термитную смесь входят: термит, алюминиевая пудра, нитрат бария (бариевая селитра) и цементатор (обычно бакелитовый лак).

В осветительную смесь (применяется для снаряжения осветительных боеприпасов) входят:

Нитрат бария (бариевая селитра)	72%
Алюминиевый порошок	18%
Алюминиевая пудра	5%
Олифа (натуральная)	5%

Если сделать пересчет, то окажется, что собственно термита основной состав содержит не более 58%, нитрата бария около 28%, а остальное приходится на металлическое горючее (алюминий) и цементатор.

Для облегчения воспламенения указанного выше основного термитного состава применяют воспламенительный состав, состоящий из трех смесей:

Термитной	25%
Осветительной	25%
Воспламенительной	50%

При этом в состав воспламенительиой смеси входят:

Нитрат калия (калиевая селитра)	82%
Магний	3%
Идитол (смола)	15%

Воспламенительный состав можно поджечь пламенем спички, искрой стопина или огнепроводного шнура.

Иногда для более трудно воспламеняющихся термитных составов, спрессованных под большим давлением, кроме воспламенительного состава, применяют переходные и промежуточные составы, которые при сгорании создают последовательно возрастающую температуру, достаточную для зажигания основного термитного состава.

Ниже в качестве примера приводятся рецептура и состав снаряжения одного из типов зажигательной авиационной бомбы, в корпус которой последовательно запрессованы основной, промежуточный, переходной и в последнюю очередь воспламенительный состав.

Промежуточный состав содержит:

Переходного состава	40%
Термитного состава	60%

При этом в смесь переходного состава входят:

Нитрат бария	25%
Алюминневая пудра	5%
Термит	60%
Бакелит (порошок)	10%

В качестве воспламенительного состава применяют смесь:

Нитрат калия	81%
Магний	4%
Бакелит (порошок)	15%

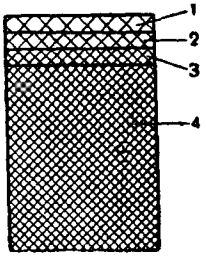


Рис. 134. Схема воспламенения спрессованного термита:

1 — воспламенительный состав; *2* — переходный состав; *3* — промежуточный состав; *4* — термит

Вес воспламенительного, переходного и промежуточного составов в общей сложности не превышает 150 *г*. Предназначаются эти составы для зажигания основного термитного состава путем последовательного (ступенчатого) повышения температуры горения до 1200° С, что надежно обеспечивает зажигание термита.

На рис. 134 приведена схема воспламенения спрессованного термита.

Термитно-зажигательные составы при горении развивают очень высокую температуру, достигающую 2500—3000° С, и дают мало растекающиеся раскаленные шлаки, способные не только вызвать воспламенение горючих материалов (дерева и др.), но даже и проплавлять небольшие металлические части боевой техники (орудий, транспортных средств и др.), приводя ее в негодность.

В мирной промышленности термитные составы находят широкое применение. Они используются, например, для сварки металлических изделий (стыков трамвайных рельсов).

К недостаткам термитных составов относятся:

1) трудность их воспламенения;

2) ограниченность площади зажигательного действия горящего брикета термита вследствие отсутствия пламени при горении.

§ 110. ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ СОЛЕЙ

Зажигательные составы, приготовленные на основе кислородсодержащих солей, часто применяют для снаряжения зажигательных снарядов мелкого калибра (20—37-*мм*) и пуль, предназначенных главным образом для воспламенения жидких горючих (бензина, смазочных материалов и т. д.).

К кислородсодержащим солям относятся, например, нитраты и хлораты.

Нитраты (нитрат натрия или натриевая селитра, нитрат калия или калиевая селитра, нитрат бария или бариевая селитра и др.) являются солями азотной кислоты и легко растворимы в воде. Некоторые из применяемых нитратов гигроскопичны (нитрат натрия); нитрат калия не имеет этого свойства и поэтому его чаще применяют для снаряжения зажигательных средств.

К хлоратам относятся хлорат и перхлорат калия.

Хлорат калия (бертолетова соль) отличается большой чувствительностью к удару. Отдача кислорода происходит с выделением тепла и может перейти во взрыв.

Перхлорат калия менее чувствителен к удару, чем хлорат калия, и часто применяется для снаряжения бронебойно-зажигательных пуль.

§ 111. ЭЛЕКТРОН

Электрон — легкий металлический сплав, состоящий из магния и алюминия с небольшой примесью цинка, марганца, железа и др.

Ниже даются примерные составы электрона, применяющегося для изготовления корпусов (оболочек) зажигательных авиационных бомб.

1-й состав электрона		2-й состав электрона	
Магний	90,5%	Магний	93,4%
Алюминий	8%	Алюминий	0,5%
Цинк и марганец	1,5%	Медь	0,2%
		Цинк	5,1%
		Кремний	0,2%
		Железо	0,6%

Электрон имеет серебристо-белый цвет; его удельный вес 1,80—1,83.

Вследствие относительно малого удельного веса и способности сгорать при доступе кислорода воздуха электрон наиболее часто

применяют для изготовления оболочек зажигательных авиационных бомб малого и среднего калибров.

Электронную оболочку бомбы обычно снаряжают термитом. Изготовленную таким образом зажигательную бомбу называют электронно-термитной.

Иногда куски электрона помещают внутрь оболочки бомбы вместе с термитом. Комбинация электрона с термитом представляет высокоэффективное зажигательное средство.

Воспламенение электронно-термитных боеприпасов достигается при помощи взрывателя ударного типа и термитных запалов. Температура плавления и воспламенения электрона 630—635° С.

При горении электрона развивается высокая температура, достигающая 2500° С и больше. Горение идет при доступе кислорода воздуха и протекает сравнительно спокойно с ослепительно ярким пламенем и выделением частичек окиси магния в виде тяжелого белого дыма.

§ 112. ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Зажигательные составы на основе органических веществ (нефти, керосина, бензина и др.) обладают невысокой температурой горения (600—800° С).

Жидкие органические горючие для снаряжения снарядов и бомб не нашли широкого применения по той причине, что эти вещества при взрыве снаряда (бомбы) сильно распыляются и быстро сгорают. Вследствие этого их зажигательное действие невысокое.

Более широкое применение в качестве зажигательных средств получило так называемое отвержденное горючее, которое выгодно отличается от жидкого горючего тем, что лишено отрицательных качеств, свойственных жидким горючим, — большой подвижности, растекаемости и способности впитываться в пористые материалы.

При надлежащем отверждении жидкое горючее превращается или в твердое (типа мыла), или в полужидкое (желеобразное) состояние. Отвержденное горючее легко воспламеняется, при горении развивает температуру 600—800° С, удобно для хранения, не требует герметичной тары, не боится резких колебаний температуры и не разжижается.

Иногда для снаряжения зажигательных боеприпасов применяют отвержденное горючее вместе с термитом. Зажигательное действие таких боеприпасов весьма сильное.

§ 113. САМОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ ВЕЩЕСТВА

Самовоспламеняющиеся вещества, например, белый (желтый) фосфор, фосфористый и кремнистый водород, металлоорганические соединения и др., имеют настолько низкую температуру вспышки, что способны самовоспламеняться на воздухе.

Наибольшее распространение имеет белый фосфор, который применяется для снаряжения зажигательных бомб и снарядов, зажигательных и трассирующих пуль.

Для снаряжения зажигательных средств в ряде случаев применяются растворы фосфора в сероуглероде.

В качестве зажигательного вещества во время Великой Отечественной войны широкое распространение получила самовоспламеняющаяся смесь КС. Ее применяли для снаряжения зажигательных авиационных ампул, зажигательных бутылок и других средств, предназначенных для поджога танков противника, строений и других объектов.

Для снаряжения зажигательных боеприпасов артиллерии самовоспламеняющиеся вещества не нашли применения, если не считать ограниченного использования фосфора в комбинации с термитными составами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация зажигательных веществ по химическому признаку.
2. Термит, его назначение и зажигательные свойства.
3. Область боевого применения термитных смесей, положительные и отрицательные свойства их.
4. Характеристика зажигательных веществ, приготовленных на основе окислителей, и область боевого применения их.
5. Электрон; характеристика зажигательных свойств и боевое применение электрона в зажигательных боеприпасах.
6. Органические жидкие и отвержденные зажигательные вещества и характеристика их.
7. Самовоспламеняющиеся зажигательные вещества и боевое применение их.

ГЛАВА XX

ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СНАРЯДЫ И МИНЫ

§ 114. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ СНАРЯДОВ И МИН

Зажигательные снаряды и мины применяются для создания пожаров в районах расположения противника и уничтожения его техники путем ее поджога.

Наиболее распространенными на поле боя целями, по которым артиллерия применяет зажигательные боеприпасы, могут быть различные деревянные постройки, мосты, места сосредоточения автотранспорта и цистерн с горючим, склады боеприпасов, горюче-смазочных материалов, вызревшие посевы хлебов, а в сухую погоду леса и торфяные болота.

Истребительно-противотанковая артиллерия применяет бронебойно-зажигательные снаряды для стрельбы по танкам, артиллерийско-самоходным установкам и бронемашинам противника.

Зенитная артиллерия использует зажигательные снаряды для стрельбы по самолетам и привязным аэростатам.

Зажигательные снаряды и мины могут найти применение в орудиях и минометах всех калибров, однако наиболее распространенными являются 76-*мм* снаряды и 120-*мм* мины.

Признаками для классификации зажигательных снарядов и мин служат их боевое назначение, устройство и действие у цели. Соответственно с этими признаками зажигательные снаряды и мины классифицируются следующим образом:

1) зажигательные снаряды шрапнельного типа с дистанционной трубкой (термитно-сегментные снаряды);

2) зажигательные снаряды и мины типа осколочно-фугасных боеприпасов с головным взрывателем ударного действия;

3) бронебойно-зажигательные снаряды с донным взрывателем ударного действия;

4) осколочно-зажигательные снаряды зенитной артиллерии, снабженные головным взрывателем ударного (мгновенного) действия.

Зажигательные боеприпасы ударного действия в наземной артиллерии в настоящее время имеют ограниченное распространение.

Бронебойно-зажигательные снаряды калибра 45, 76 и 85 *мм* нашли широкое применение в Великой Отечественной войне для стрельбы по танкам и другим бронированным целям.

В связи с появлением на полях сражений больших масс авиации в зенитной артиллерии большое распространение получили малокалиберные (25-*мм*) зажигательные снаряды.

Наибольшее распространение в настоящее время имеют снаряды дистанционного действия, снаряженные термитно-зажигательным составом.

§ 115. УСТРОЙСТВО ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ СНАРЯДОВ И МИН

Термитно-сегментный зажигательный снаряд дистанционного действия. Устройство термитно-сегментного зажигательного снаряда дистанционного действия показано на рис. 135.

В донной части корпуса снаряда, снабженного, как обычно, ведущим пояском *2*, в хлопчатобумажном мешочке помещен вышибной заряд *3*, состоящий из смеси дымного ружейного пороха и небольшого количества (около 20 *г*) древесных опилок, усиливающих видимость облака разрыва.

Поверх вышибного заряда расположена диафрагма *4* с центральным отверстием, через которое проходит луч огня, воспламеняющий вышибной заряд.

Иногда в центральное отверстие диафрагмы запрессовывают пороховой замедлитель *5* для замедления передачи луча огня от дистанционной трубки *6*.

Внутренний объем корпуса снаряда между диафрагмой и головной втулкой *7* заполнен зажигательными элементами *8*, уложен-

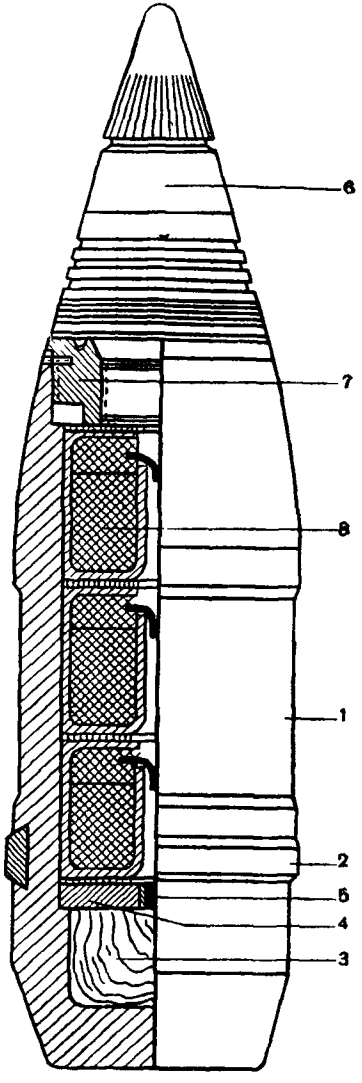


Рис. 135. 76-*мм* термитно-сегментный зажигательный снаряд дистанционного действия:

1 — корпус снаряда; *2* — ведущий поясок; *3* — вышибной заряд; *4* — диафрагма; *5* — пороховой замедлитель; *6* — дистанционная трубка; *7* — головная втулка; *8* — зажигательный элемент (сегмент)

нымн в несколько рядов. Из-за их формы зажигательные элементы этого типа получили название зажигательных сегментов.

Зажигательный сегмент (рис. 136) представляет собой тонкостенную металлическую оболочку *1* с запрессованными в нее основным зажигательным, промежуточным, переходным и воспламенительным составамн. Для облегчения воспламенения зажигательного состава в сегмент запрессован конец стопина *2*.

В некоторых снарядах в качестве оболочкн для зажигательных сегментов прнменяют электрон, сгорающий вместе с термнтным составом.

Вес снаряженного сегмента 76-*мм* снаряда около 20 *г*.

В отличие от шрапнели в зажигательном снаряде нет центральной трубки, и огонь от дистанционной трубки к вышибному заряду

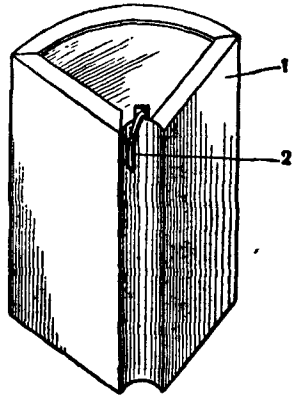


Рис. 136. Зажигательный сегмент:

1 — оболочка; *2* — стопин

передается через центральное отверстне, полученное укладкой рядов сегментов желобками внутрь.

Сегменты расположены по три илн четыре в ряд и в три или четыре ряда по высоте. Между рядами сегментов помещены кар-

тоиные прокладки. Собранные в снаряде сегменты поджимаются сверху головной втулкой, скрепленной с корпусом снаряда стопорными винтами.

Действует снаряд у цели следующим образом.

Огонь от дистанционной трубки передается концам стопина и вышибному заряду. Силой давления пороховых газов, получающихся от сгорания вышибного заряда, срезаются стопорные винты, и горящие сегменты вместе с дистанционной трубкой, головной гайкой и диафрагмой выбрасываются наружу. Летящий сегмент, встречая на своем пути цель, создает местный очаг горения, вызывающий пожар. При горении сегмента развивается температура около 2500° С.

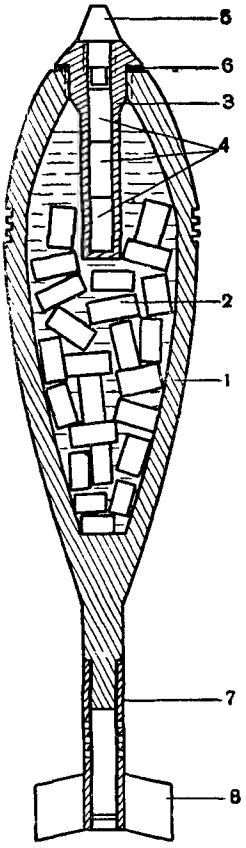


Рис. 137. 120-*мм* зажигательная мина ТР ударного действия:

1 — корпус мины; *2* — зажигательный элемент; *3* — запальный стакан; *4* — разрывной заряд (шашки ВВ); *5* — взрыватель; *6* — герметизирующая прокладка; *7* — трубка стабилизатора; *8* — хвостовое оперение

При стрельбе на дальность 3,5 *км* и нормальной высоте разрыва (5—7 *м*) термитно-сегментные снаряды дают до 70% эффективно действующих сегментов по бревенчатой постройке. При этих условиях стрельбы сегменты разлетаются на площади вертикального круга с диаметром до 10 *м*.

Достоинством термитно-сегментных снарядов является большое количество очагов пожара (рассеивающее действие снаряда) и трудность их тушения.

Нормальным видом боевого применения термитно-сегментных снарядов следует считать дистанционную стрельбу, рассчитанную на получение разрыва снаряда на траектории. Однако, учитывая сравнительно слабую пробивную способность зажигательных сегментов, стрельбу по целям, зажигание которых выгоднее и легче вызвать изнутри (склады с горючим и т. д.), целесообразнее вести с установкой дистанционной трубки на удар, с расчетом получить разрыв снаряда внутри здания.

Термитно-сегментные зажигательные снаряды применяются в пушках калибра 76 *мм*. В 76-*мм* снаряде количество сегментов бывает 9 или 12.

120-мм зажигательная мина ТР ударного действия (рис. 137). Внутренний объем корпуса мины наполнен термитно-зажигательными элементами *2*, а свободное пространство между ними залито фосфором. В головное очко мины на герметизирующей замазке ввернут запальный стакан *3* с разрывным зарядом *4* и головным взрывателем *5*. Между фланцем запального стакана и опорной пло-

щадкой корпуса мины помещена свинцовая или пластмассовая прокладка *6*, предназначенная для герметизации фосфорного снаряжения мины. Прочие детали — трубка стабилизатора *7* и хвостовое оперение *8* — такие же, как у обычной осколочной мины.

Термитно-зажигательный элемент (рис. 138) имеет форму цилиндра, в тонкостенную металлическую оболочку *1* которого запрессован основной термитный *2*, переходный *3* и воспламенительный *4* составы. Воспламенение термитного состава достигается горением фосфора *5*.

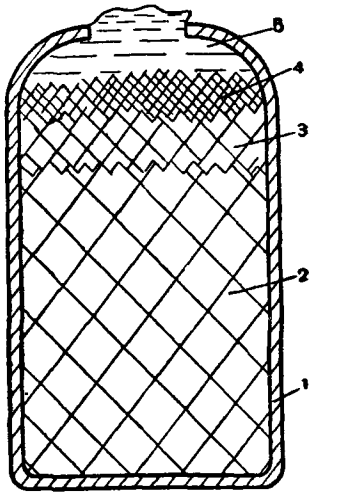


Рис. 138. Термитно-зажигательный элемент:
1 — оболочка; *2* — основной термитный состав; *3* — переходный состав; *4* — воспламенительный состав; *5* — фосфор

В корпусе мины ТР находится 36 зажигательных элементов.

Для стрельбы зажигательной миной ТР взрыватель устанавливают на осколочное (мгновенное) действие.

У цели мина действует следующим образом.

При встрече мины с преградой, например с грунтом, происходит взрыв тротиловых шашек разрывного заряда, приводящий к дроблению запального стакана и корпуса мины на осколки, вместе с которыми разлетаются и зажигательные элементы. Термитно-зажигательный состав элементов воспламеняется от горящего фосфора, оставшегося при взрыве мины в верхней части элемента. Продолжительность горения термитного элемента редко превышает одну минуту.

Радиус разлета зажигательных элементов, а следовательно, и эффективность действия мины, во многом определяются состоянием грунта в районе цели. При взрыве мины на твердом грунте радиус разлета достигает 50 *м* и более. Мягкий грунт и снежный покров противодействуют разлету элементов, большая часть которых остается в воронке или задерживается снегом. В этом заключается основное отрицательное свойство зажигательной мины ТР.

Большое количество очагов горения, распределенных на большой площади, трудность их тушения, относительная простота устройства и легкость снаряжения — являются положительными качествами мины ТР.

Осколочное действие мины ТР незначительное; по сравнению с действием обычной осколочной мины оно составляет всего лишь 10—15%.

Наибольшая эффективность зажигательного действия мины ТР получается при стрельбе по населенным пунктам с деревянными строениями и по площадям с вызревшими посевами хлебов и трав.

Нормальным видом боевого применения зажигательной мины ТР следует считать ударную стрельбу с взрывателем, установленным

на осколочное действие. Однако это вовсе не исключает возможность стрельбы с взрывателем, установленным на замедленное действие, с целью получения разрыва внутри здания, поджог которого снаружи затруднен.

Бронебойно-зажигательные снаряды. Бронебойно-зажигательные снаряды предназначаются для стрельбы по бронированным самодвижущимся целям и применяются в орудиях калибра 45—85 *мм*.

Устройство бронебойно-зажигательного снаряда показано на рис. 139.

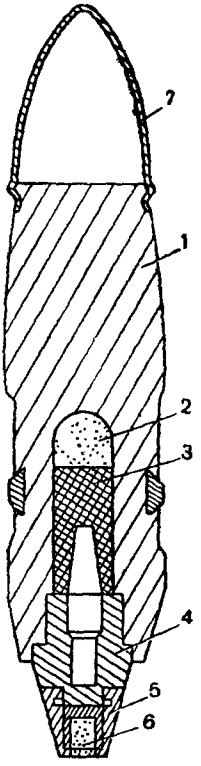


Рис. 139. Бронебойно-зажигательный и трассирующий снаряд:

1 — корпус снаряда; *2* — зажигательная шашка; *3* — шашка ВВ; *4* — взрыватель; *5* — трассерная гайка; *6* — трасса; *7* — баллистический наконечник

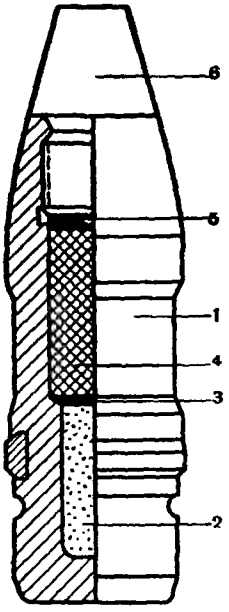


Рис. 140. Осколочно-зажигательный зенитный снаряд:

1 — корпус снаряда; *2* — зажигательная шашка; *3* — пергаментный кружок; *4* — шашка ВВ; *5* — картонная прокладка; *6* — взрыватель

Бронебойно-зажигательный снаряд отличается от обычного бронебойного снаряда некоторыми особенностями снаряжения. Он снаряжается отдельно спрессованными шашками ВВ и зажигательного состава. Зажигательную шашку *2* помещают в верхней части корпуса снаряда, а шашку ВВ — в нижней. В каморе снаряда эти шашки поджимаются хвостом донного взрывателя *4*. На взрыва-

тель навинчена трассерная гайка *5* с трассой *6*, предназначенной для свечения на пути полета снаряда, что облегчает корректировку стрельбы. Головная часть снаряда закрыта баллистическим наконечником *7*.

Действие бронебойно-зажигательного снаряда состоит в следующем.

После пробития брони силой взрыва заряда ВВ дробится корпус снаряда, а вместе с ним и зажигательная шашка, горящие кусочки которой способны воспламенить горюче-смазочные материалы, находящиеся в танке, а также причинить ожоги экипажу.

Осколочно-зажигательные зенитные снаряды. В зенитной артиллерии для стрельбы по самолетам применяют осколочно-зажигательные снаряды. Устройство такого снаряда показано на рис. 140.

В фигурной каморе снаряда помещены зажигательная шашка *2* и шашка ВВ *4* с расположенным между ними пергаментным кружком *3*. Шашки поджимаются хвостом взрывателя *6* мгновенного действия, ввернутого в головное очко корпуса снаряда. Между хвостом взрывателя и шашкой ВВ имеется картонная прокладка *5*.

При встрече снаряда с целью срабатывает головной взрыватель, под действием которого происходит взрыв шашки ВВ, приводящий к дроблению корпуса снаряда на осколки и разбрасыванию горящих кусочков зажигательного вещества.

Правила стрельбы зажигательными снарядами и минами и их маркировка. Стрельбу зажигательными снарядами и минами ведут по правилам стрельбы наземной артиллерии, руководствуясь таблицами стрельбы. Норм расхода зажигательных снарядов и мин не имеется.

Индексы и цветные полосы, присвоенные зажигательным снарядам и минам, приведены в табл. 32.

Таблица 32

Индексы и маркировочные кольцевые полосы зажигательных снарядов и мин

Калибр и наименование снаряда (мины)	Индекс снаряда (мины)	Цветные полосы	
		количество	цвет
45-*мм* бронебойно-зажигательный и трассирующий снаряд	БЗР-240	1	Красный
76-*мм* сегментно-зажигательный дальнобойный стальной снаряд .	З-350	1	Красный
120-*мм* зажигательная мина ТР стальстого чугуна	З-843А	2	Красный и черный

Наружную поверхность зажигательных снарядов и мин окрашивают в серый цвет, оставляя неокрашенными ведущие пояски и центрующие утолщения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Боевое назначение и классификация зажигательных снарядов и мин.
2. Устройство и действие термитно-сегментного снаряда шрапнельного типа.
3. Устройство и действие зажигательной мины ТР.
4. Устройство и действие бронебойно-зажигательного снаряда.
5. Устройство и действие осколочно-зажигательного снаряда.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ДЫМОВЫЕ И ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВИАЦИИ

ГЛАВА XXI

ДЫМОВЫЕ СРЕДСТВА АВИАЦИИ

§ 116. НАЗНАЧЕНИЕ, ОПЫТ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДЫМОВЫХ СРЕДСТВ АВИАЦИИ

В ходе Великой Отечественной войны советская авиация успешно применяла дымовые средства, содействуя нашим войскам как на суше, так и на море в выполнении боевых задач с наименьшими потерями.

Опыт боевого использования дымовых авиационных средств показывает, что основными задачами их применения являлись:

— прикрытие наступающих частей от фронтального и фланкового огня при прорыве главной полосы обороны противника;

— маскировка действий войск при развитии боя в глубине обороны противника;

— ослепление системы огня противника и скрытие маневра наступающих частей при овладении опорными пунктами и узлами сопротивления противника;

— прикрытие флангов подвижных групп;

— маскировка войск при форсировании водных преград;

— блокирование аэродромов противника;

— скрытие от противника направления главного удара.

Количество поставленных авиацией дымовых завес во время Великой Отечественной войны непрерывно росло. Так, например, если принять количество дымовых завес, поставленных нашей авиацией в 1942 г., за 100%, то в 1944 г. оно составляло 475%. За тот же промежуток времени количество самолетов, привлеченных для постановки дымовых завес, возросло со 100% до 366%.

Как правило, дымовые завесы ставились не одиночными самолетами, а группами самолетов. Так, например, 3 февраля 1944 г. на 1-м Прибалтийском фронте дымовая завеса была поставлена шестнадцатью самолетами, вооруженными дымовыми приборами

Длина дымовой завесы составляла 8 *км*. Можно привести другой пример, когда 12 января 1945 г. на сандомирском плацдарме дымовая завеса была поставлена двадцатью тремя самолетами при помощи дымовых приборов, причем общая длина дымовой завесы составила 10 *км*. В обоих случаях, дымовые завесы ослепили систему огня противника и облегчили прорыв нашими войсками его долговременной обороны.

Боевые операции нашего Военно-Морского Флота неоднократно обеспечивались постановкой дымовых завес авиацией. Дымовые завесы надежно прикрывали боевые корабли от огня береговых батарей противника, маскировали высадку десантов, служили хорошим прикрытием при выполнении боевых задач минными заградителями, торпедными катерами и самолетами-торпедоносцами.

Дымовые средства авиации резко снижали потери наших войск от огня противника, ослепляли систему его огня и наблюдения, расстраивали управление и деморализующе действовали на войска противника.

Во время Великой Отечественной войны наша авиация использовала две группы дымовых авиационных средств: 1) дымовые авиационные бомбы и 2) дымовые авиационные приборы.

Еще до войны были испытаны и приняты на вооружение различные образцы дымовых авиационных бомб и приборов, получивших боевую проверку в ходе военных действий и зарекомендовавших себя как надежные средства дымовой маскировки.

§ 117. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ АВИАЦИОННЫХ БОМБ

Каждая авиационная бомба, независимо от ее назначения или калибра, имеет следующие основные части (рис. 141): корпус *1*, стабилизатор *3*, взрыватель *7*, подвесное приспособление, снаряжение, заключенное в корпусе.

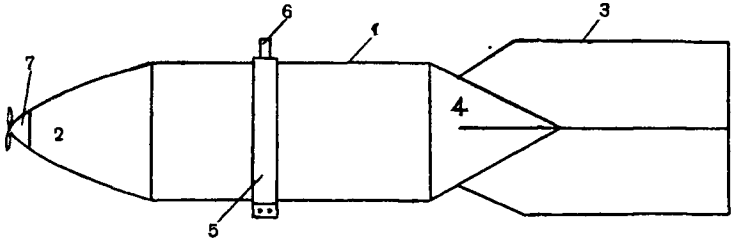


Рис. 141. Авиационная бомба:
1 — корпус; *2* — головная часть; *3* — стабилизатор; *4* — хвостовая часть; *5* — бугель; *6* — ушко; *7* — взрыватель

По своему расположению относительно корпуса бомбы взрыватели могут быть головные, донные, комбинированные, универсальные.

Головные взрыватели ввертываются в головное очко бомбы, а донные — в донное очко. Комбинированные взрыватели могут

действовать, будучи ввернуты как в головное, так и в донное очко бомбы.

Универсальные взрыватели сконструированы так, что могут действовать, будучи ввернуты и в головное, и в донное, и в боковое очко бомбы.

Для того чтобы бомба при своем падении встречала меньшее сопротивление воздуха, корпусу ее придается удобообтекаемая форма. В большинстве случаев средняя часть корпуса имеет цилиндрическую, а головная часть овальную форму или изготовляется в виде так называемого оживала, подобно головной части артиллерийского снаряда. Хвостовая часть бомбы для улучшения ее обтекаемости и уменьшения сопротивления воздуха имеет вид конуса.

Некоторые образцы бомб имеют корпус в виде торпеды. Такая бомба более сложна в изготовлении, чем цилиндрическая, но зато имеет малое лобовое сопротивление.

Назначение стабилизатора — обеспечивать устойчивое положение бомбы (после ее сбрасывания с самолета) головной частью вперед по направлению к цели.

Стабилизаторы изготовляются из тонкой листовой стали и могут быть различной формы: в виде плоских перьев (обычно 4 пера), расположенных сзади корпуса бомбы вдоль его оси, в виде четырехугольной коробки, открытой с двух сторон по оси бомбы. Стабилизаторы могут иметь и другую форму, например цилиндрическую. Стабилизатор крепится к хвостовой части бомбы.

Бомбы могут подвешиваться внутри самолета в специальных бомбовых отсеках либо снаружи — под крыльями или фюзеляжем.

Для крепления бомб на самолетах имеются специальные держатели. Для подвески бомбы к держателю служит бугель *5* с ушком *6*. Бугель представляет собой стальное разрезное кольцо (хомут), надеваемое на цилиндрическую часть бомбы, по центру ее тяжести. При подвеске бомбы к самолету ушко бугеля закрепляется в замке держателя.

Для сбрасывания бомбы механизм держателя приводится в действие при помощи электрического тока или тросовой проводки; при этом освобождается ушко бугеля, и бомба отделяется от самолета.

На бомбах калибра (веса) 250 *кг* и выше, кроме основного бугеля, ставится дополнительный на расстоянии 25 *см* от основного, ближе к хвостовой части бомбы.

Некоторые образцы бомб малых калибров (2—10 *кг*) не имеют бугелей и сбрасываются с самолета путем высыпания их из специальных кассет.

Взрыватель ввертывается в бомбу после ее подвески на самолет.

В зависимости от назначения бомбы применяются взрыватели ударного или дистанционного действия с двумя видами капсюлей; с капсюлем-детонатором или с капсюлем-воспламенителем.

Для приведения в действие бомб, имеющих заряд взрывчатого вещества (например тротила), применяется капсюль-детонатор, обеспечивающий детонацию разрывного заряда.

В тех случаях, когда при действии бомбы необходимо воспламенить пороховой, зажигательный или какой-либо другой пиротехнический состав, применяется взрыватель с капсюлем-воспламенителем, посылающим луч пламени в зажигаемый состав.

§ 118. ОБОЗНАЧЕНИЕ, МАРКИРОВКА И ОКРАСКА АВИАЦИОННЫХ БОМБ

Во всех справочниках, руководствах и учебных пособиях практикуется сокращенное обозначение авиационных бомб путем комбинации букв и цифр. Тип бомбы обозначается группой букв, например, ФАБ — фугасная авиационная бомба, ДАБ — дымовая авиационная бомба, ЗАБ — зажигательная авиационная бомба и т. д. Правее группы букв через дефис (короткое тире) ставится цифра, указывающая калибр бомбы.

Каждая проектируемая бомба для возможности подвески в бомбовом отсеке или под плоскостями и фюзеляжем самолета по своим габаритам должна соответствовать принятым размерам осколочных и фугасных бомб данного калибра. Фактический вес бомбы может не совпадать с установленным весом того калибра, для которого она проектировалась. Этот фактический вес указывается цифрой через тире после цифр, обозначающих калибр данного образца бомбы. Для примера укажем, что обозначение ФАБ-250—200 представляет фугасную авиационную бомбу калибра 250 *кг*, весом около 200 *кг*.

Правее цифр, указывающих фактический вес бомбы, иногда ставятся еще буквы или цифры, обозначающие заводскую марку бомбы, род снаряжения, способ подвески, зашифрованную фамилию конструктора и т. п. Например, ДАБ-100—80Ф обозначает дымовую авиационную бомбу, калибра 100 *кг*, весом около 80 *кг*, снаряженную фосфором (буква Ф).

Для защиты бомб от коррозии их наружная поверхность окрашивается в серый цвет за исключением агитационных бомб, которые окрашиваются в серо-зеленый цвет.

Наружная поверхность бомб весом до 3 *кг* включительно иногда покрывается лаком.

Окрашенные или покрытые лаком бомбы маркируются нанесением цифр и букв, указывающих номер снаряжательного завода, номер партии, год снаряжения, калибр бомбы, номер бомбы, марку взрывателя, шифр взрывчатого вещества.

Цифровые и буквенные обозначения наносятся с двух сторон корпуса бомбы. Для примера укажем эту маркировку.

ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ОДНОЙ СТОРОНЕ КОРПУСА

12 — номер снаряжательного завода;
3 — номер партии;
1944 — год снаряжения бомбы;
№ 1381 — номер бомбы.

ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ДРУГОЙ СТОРОНЕ КОРПУСА

250 — калибр бомбы в килограммах;
АПУВ — марка взрывателя;
Т — шифр взрывчатого вещества (тротил).

Номер бомбы ставится на бомбах калибра выше 50 *кг*, когда каждая бомба укупоривается в отдельную тару.

Кроме указанной маркировки, на корпус бомбы наносятся отличительные знаки в виде цветных полос вокруг цилиндрической части корпуса, ближе к головной части, указывающих тип бомбы.

Например, дымовые бомбы имеют на цилиндрической части одну желтую полосу шириной 30 *мм*; зажигательные бомбы — красную полосу шириной 15 *мм*.

На плоскостях стабилизатора тех бомб, которые, кроме разрывного заряда, имеют дополнительный заряд детонатора, наносятся специальные надписи, а на корпусах всех бомб с 1945 г. белой масляной краской наносится цифра, определяющая класс бомбы по ее времени падения с высоты 2000 *м*.

Бомбы калибра до 50 *кг* хранятся и перевозятся в деревянных ящиках, по нескольку штук в ящике. Для калибра 50 *кг* и выше установлена индивидуальная укупорка — деревянная обрешетка. На крышке ящика или на торцевой части обрешетки наносятся черной краской обозначения, указывающие номер снаряжательного завода, наименование бомбы, марку взрывателя, номер партии, год снаряжения, количество бомб (только для ящиков), номер ящика, вес брутто. Указываются и некоторые дополнительные сведения, если в них есть необходимость, например, указывается: «Детонаторы вложены» (если они имеются).

§ 119. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ ДЫМОВЫХ АВИАЦИОННЫХ БОМБ

Основным назначением дымовых авиационных бомб является ослепление системы огня противника, сковывание маневра его войск, маскировка атаки и маневра наших войск.

Во время Великой Отечественной войны на вооружении нашей авиации состояли дымовые бомбы, снаряженные белым фосфором: ДАБ-100—80Ф и ДАБ-25—30Ф.

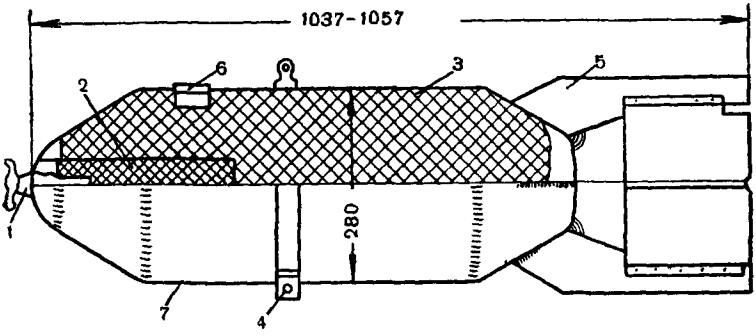


Рис. 142. Дымовая авиационная бомба ДАБ-100-80Ф:
1 — взрыватель; *2* — разрывной заряд; *3* — фосфор; *4* — бугель; *5* — стабилизатор; *6* — наливное отверстие с пробкой; *7* — корпус

Дымовая авиационная бомба ДАБ-100—80Ф (рис. 142) состоит из следующих основных частей: корпуса *7*, взрывателя *1*, стабилизатора *5*, бугеля *4* с подвесным ушком и снаряжения *3*.

Средняя часть корпуса бомбы имеет цилиндрическую форму и изготовлена из листовой стали толщиной 3 *мм*. Головная и хвостовая части корпуса имеют конусообразный вид.

В корпусе бомбы помещается 45 *кг* белого фосфора. В снаряженном виде бомба весит 85 *кг*.

В головной части бомбы расположен запальный стакан, в котором помещается разрывной заряд *2* (1040 *г* тротила с тетриловым детонатором). Разрывной заряд находится в картонной гильзе, покрытой лаком.

Бомба применяется со взрывателем ударного действия с капсюлем-детонатором.

Стабилизатор *5* имеет форму четырехугольной коробки, снабженной по ребрам четырьмя перьями, и приварен к хвостовой части корпуса.

Снаряжение бомбы расплавленным белым фосфором производится на заводе через наливное отверстие *6*, закрываемое после снаряжения навинтованной металлической пробкой со свинцовой прокладкой.

Бомба подвешивается к держателю самолета при помощи бугеля *4*.

После сбрасывания бомбы с самолета под действием набегающего на бомбу воздушного потока с головной части взрывателя свертывается ветрянка, отделяясь от бомбы вместе с предохранительным колпачком.

При встрече бомбы с преградой жало ударного механизма накалывает капсюль. Действие капсюля вызывает детонацию тетрила, вследствие чего происходит взрыв тротила; корпус бомбы разрушается, фосфор дробится, воспламеняется и разбрасывается во все стороны от места падения бомбы, выделяя плотное белое облако маскирующего дыма. Взрыв бомбы, кроме образования дымового облака, сопровождается выделением пламени вследствие горения фосфора. При взрыве бомбы в грунте образуется воронка, глубина и диаметр которой зависят от плотности грунта и скорости падения бомбы. Около половины всего заряда фосфора остается в воронке, в кусках, а остальная часть фосфора разбрасывается вверх и в стороны в радиусе 15—18 *м*.

Выделение дыма из воронки с постепенно понижающейся интенсивностью происходит 1—1½ часа, а на площади разброса фосфора дымообразование идет до 10 минут.

Непосредственно после взрыва бомбы дымовое облако имеет высоту 10—15 *м*, ширину 30—40 *м*. Дымовая волна от одной бомбы распространяется в направлении ветра на 1—1,5 *км*, имея ширину 30—50 *м* и увеличивая свою высоту до 50—80 *м*. Плотность и маскирующие свойства дымовой волны постепенно понижаются по мере ее движения по ветру.

Как показывает опыт применения ДАБ-100—80Ф, серия из 4—5 бомб, сброшенных с интервалами 60—70 *м* на линии, перпендикулярной направлению ветра, создает дымовую завесу, не просматриваемую на протяжении до 1,5 *км* от 10 до 30 минут, в зависимости от характера грунта, метеорологических и топографических условий. Дымовая волна, имея вначале ширину 250—300 *м*, расширяется по мере движения по ветру до 700—800 *м*, а высота волны растет до 50—80 *м*. При интервале между бомбами более 60—70 *м* в дымовой волне образуются просветы.

Самолет-штурмовик Ил-2, как показывает опыт Великой Отечественной войны, используя четыре бомбы ДАБ-100—80Ф, создает дымовую завесу на фронте 200—300 *м* при ветре, перпендикулярном линии падения бомб.

Наиболее выгодно применять дымовые бомбы в случаях, когда курс самолета совпадает с направлением ветра; при этом дымовые волны от отдельных бомб перекрывают одна другую, усиливая плотность, улучшая маскирующие свойства и увеличивая протяженность дымовой завесы.

Опыт применения ДАБ-100—80Ф показал, что при сбрасывании серии из 4—5 бомб по линии, совпадающей с направлением ветра, поднимается маскирующая дымовая завеса шириной до 100—150 *м* и длиной до 1500 *м*.

Самолет Ил-2, вооруженный четырьмя бомбами ДАБ-100—80Ф, может поднять дымовую завесу (при сбрасывании бомб параллельно директрисе ветра) на фронте 800—1000 *м*.

Бомбы ДАБ-100—80Ф, будучи сброшены в расположение противника с целью ослепления его огневых точек и наблюдательных пунктов, действуют не только как дымовые, но и вызывают пожары, зажигая сухие деревянные строения, хворост, посевы и т. д. Благодаря простоте применения, постоянной готовности к действию, надежности и безотказности дымового эффекта, возможности применения с любых высот, доступных для авиации, дымовые авиационные бомбы во время Великой Отечественной войны были высоко оценены командованием как авиационных, так и сухопутных частей и соединений.

Кроме ДАБ-100—80Ф, наша авиация применяла более легкую 25-*кг* бомбу ДАБ-25—30Ф, устройство и действие которой аналогичны рассмотренной бомбе.

§ 120. ДЫМОВЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ

Во время Великой Отечественной войны наша авиация применяла дымовые приборы двух образцов: дымовой авиационный прибор УХАП-250 и дымовой авиационный прибор УХАП-500.

Оба прибора подвешивались к наружным бомбовым держателям самолетов. Самолет Ил-2 поднимал два прибора УХАП-250.

Дымовые приборы снаряжались дымовой смесью С-4.

Основное назначение дымовых приборов заключалось в постановке вертикальных дымовых завес с целью маскировки наших войск от огня и наземного наблюдения противника. В меньшей степени дымовые приборы применялись для непосредственного ослепления огневых и наблюдательных точек противника.

Дымовые приборы успешно использовались не только при боевых действиях сухопутных войск, но и на море для маскировки высадки десантов, боевой работы торпедных катеров и минных заградителей, прикрытия боевых кораблей от огня береговой артиллерии противника.

Основными частями дымового авиационного прибора УХАП-250 (рис. 143) являются: корпус *1*, камера сгорания *2*, выливная труба *7*, мониторный ствол *10*, насадка *11* и обтекатель *12*. Полная емкость прибора 107 *л*, рабочая емкость по дымовой смеси С-4 95 *л*.

Наружный диаметр цилиндрической части прибора 350 *мм*. Общая длина прибора (без мониторного ствола) 2100—2110 *мм*. Вес снаряженного прибора 272 *кг*, неснаряженного 96 *кг*.

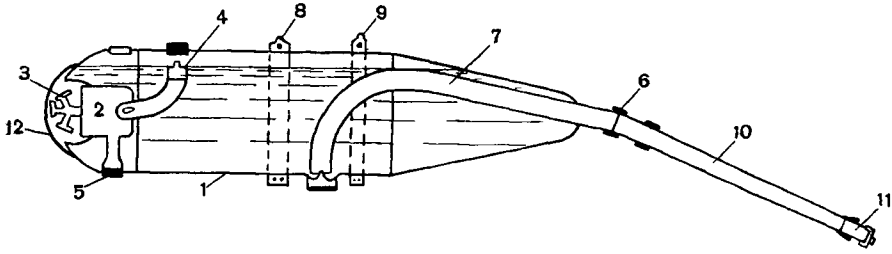


Рис. 143. Схема устройства дымового авиационного прибора УХАП-250:
1 — корпус; *2* — камера сгорания; *3* — пиропистолеты; *4* — газоотводная диафрагма; *5* — предохранительная диафрагма; *6* — выливная диафрагма; *7* — выливная труба; *8* — основной бугель; *9* — дополнительный бугель; *10* — мониторный ствол; *11* — насадка; *12* — обтекатель

Корпус прибора цилиндрической формы, сварен из листовой стали, имеет конусообразную хвостовую часть.

В головной части корпуса расположена стальная камера сгорания, закрываемая спереди прочной стальной крышкой. К заднему днищу камеры сгорания приварена изогнутая вверх газоотводная трубка, закрываемая при помощи полой гайки металлической диафрагмой (мембраной).

Снизу камеры приварена и выведена наружу предохранительная трубка, закрываемая металлической диафрагмой, рассчитанной на разрыв при давлении около 33 *ата*.

В камере сгорания помещается заряд нитроглицеринового пороха, состоящий из четырех цилиндрических шашек общим весом 340 *г*.

При горении порохового заряда образуются газы, под давлением которых дымовая смесь из прибора через выливную трубу, мониторный ствол и насадку выбрасывается в атмосферу. Диаметр насадки 34 *мм*. Время опорожнения прибора 5,2 секунды.

Воспламенение пороха производится путем подачи электрического тока к пиропатронам, помещенным в так называемых пиропистолетах *3*, находящихся на крышке пороховой каморы.

При работе прибора давление пороховых газов, выталкивающих жидкость, составляет около 9 *ата*.

Мониторный ствол направлен под углом вниз во избежание забрызгивания самолета при работе прибора.

Для подвески к самолету прибор имеет два бугеля: основной *8* и дополнительный *9*.

В случае необходимости прибор может быть сброшен с самолета как в снаряженном виде, так и после дымопуска.

Действует прибор следующим образом.

При подаче тока к пиропатронам они воспламеняют пороховой заряд. Пороховые газы разрывают диафрагму на газоотводной трубке и поступают в корпус прибора, создавая над поверхностью

жидкости давление. При давлении около 9—10 *ата* разрывается диафрагма выливной трубы, и дымовая смесь струей выбрасывается через насадку в атмосферу.

Струя дымовой смеси выбрасывается назад по отношению к движению самолета со скоростью около 20 *м/сек*. Под действием встречного воздушного потока, а также под действием вихрей, создаваемых винтомоторной группой, струя дымовой смеси дробится на капли.

Устройство порохового заряда таково, что его поверхность горения остается практически неизменной. Это обеспечивает постоянное количество пороховых газов, поступающих в корпус прибора в каждую единицу времени, и создает приблизительно постоянное давление в течение большей части периода истечения дымовой смеси.

Так как секундный расход дымовой смеси при постоянном давлении в приборе согласно законам гидравлики остается неизменным, то при постоянном давлении каждую секунду в атмосферу подается одинаковое количество дымовой смеси, что обеспечивает равномерную плотность и маскирующие свойства дымовой завесы на всем ее протяжении.

Размер образующихся капель дымовой смеси различен — от десятых и сотых долей миллиметра до 1—1,5 *мм* в диаметре. Крупные капли, падая со скоростью 7—8 *м/сек*, достигают земли скорее, чем средние и мелкие, и сначала именно они образуют вертикальную стену дыма, а затем более мелкие капли, падая вниз, усиливают плотность дымовой завесы.

На рис. 144 изображена постановка самолетом вертикальной дымовой завесы. На рисунке видно завихренное широкое облако на верхней кромке завесы, образованное мельчайшими частицами дымовой смеси.

При дымопуске с самолета необходимо всю массу дымовой смеси раздробить на достаточно крупные капли, с диаметром более 1,2—1,3 *мм*. Капли должны быть такой величины, которая обеспечивала бы выделение дыма в течение всего времени падения капель на землю. Каждая капля дымовой смеси С-4 перестает выделять дым, когда реакция между серным ангидридом и влагой воздуха закончится. Следовательно, время эффективного действия капель ограничено и зависит от их размеров и метеорологических условий.

Чем меньше капля, тем короче путь, который она проходит при своем падении до прекращения дымообразования, т. е. чем мельче капли, тем меньше высота дымовой завесы, поставленной с самолета. Поэтому распыл дымовой смеси при постановке дымовых завес с самолета невыгоден, и для увеличения размеров образующихся капель дымовая смесь выбрасывается не через распылитель, а в виде монолитной струи через цилиндрическую насадку. Кроме того, для уменьшения дробящего воздействия воздушного потока жидкость выбрасывается не вперед, а назад по движению самолета.

Рис. 144. Постановка самолетом вертикальной дымовой завесы

Практически, как показал опыт применения УХАП-250, капли дымовой смеси достигают земли, не теряя дымообразующих свойств, в том случае, когда самолет производит дымопуск на высотах 20—40 *м*. При бо́льших высотах выливания нижняя часть дымовой завесы не достигает земли, причем образуется просвет, через который противник может вести наблюдение. Это вынуждает самолеты при использовании УХАП держаться на высотах бреющего полета, что по условиям боевой обстановки усложняет выполнение задачи по дымопуску. В этом отношении дымовые бомбы имеют преимущество перед дымовыми приборами.

Дымовая завеса, поставленная из УХАП-250, при средних метеорологических условиях сохраняет маскирующие свойства в течение 10—12 минут. Ширина дымовой завесы у земли доходит до 15—20 *м*, а ширина верхней завихренной кромки составляет 40—50 *м*.

Дымовая завеса, поставленная из УХАП, перемещается вместе с ветром, принимая его скорость и направление. Длина дымовой завесы определяется временем опорожнения прибора t и скоростью самолета относительно воздуха (воздушной скоростью) v.

При постановке дымовой завесы из двух дымовых приборов оба они вскрываются последовательно — один за другим, с таким интервалом времени, чтобы обеспечить перекрытие дымовых волн. Для этого второй прибор включается не в тот момент, когда закончилось истечение дымовой смеси из первого прибора, а несколько раньше.

Как показывает опыт применения дымовых приборов во время Великой Отечественной войны, вскрытие второго прибора всего выгоднее производить через 4 секунды после начала работы первого.

Таким образом, общая длина дымовой завесы, последовательно поставленной из двух приборов, составляется из двух волн: из дымовой волны первого прибора, длина которой представляет произведение принятого интервала t_1 секунд на воздушную скорость самолета, и из дымовой волны второго прибора, длина которой составляет произведение времени опорожнения прибора t и воздушной скорости самолета.

Теоретическая длина дымовой завесы, поставленной из двух приборов, равна

$$l = t_1 v + t v,$$

т. е.

$$l = (t_1 + t)\, v. \qquad (123)$$

В эту формулу следует внести поправку в виде коэфициента K, учитывающего возможные разрывы и неплотности в начале и конце дымовой завесы. Как показывает опыт, достаточную гарантию при средних метеорологических условиях дает значение $K = 0{,}8$. Тогда действительная длина маскирующей дымовой завесы будет

$$L = K(t_1 + t)\, v = 0{,}8\,(t_1 + t)\, v. \qquad (124)$$

Пример. Самолет-штурмовик Ил-2 ставит дымовую завесу из двух приборов УХАП-250 при скорости $v = 300$ *км/час*; второй прибор вскрывается через 4 секунды после начала работы первого. Метеорологические условия — средние. Найти длину дымовой завесы, поставленной самолетом.

Решение

1. Представим скорость самолета в *м/сек*:

$$300 : 3{,}6 = 83{,}3 \text{ м/сек}.$$

2. Определим длину дымовой завесы:

$$L = 0{,}8\,(4 + 5{,}2) \cdot 83{,}3 = 0{,}8 \cdot 9{,}2 \cdot 83{,}3 = 613 \text{ м}.$$

Длина дымовой завесы при постановке ее самолетами на скоростях 280—300 *км/час* с интервалом между вскрытием приборов 4 секунды составляет 600—700 *м*.

Кроме дымового прибора УХАП-250, наша авиация применяла более тяжелый прибор УХАП-500, устройство и действие которого аналогичны прибору УХАП-250.

Полная емкость прибора УХАП-500 202 *л*, время истечения при диаметре насадки 23 *мм* составляет 16—18 секунд.

Скорости современных самолетов, доходящие до 800—900 *км/час*, значительно превосходят скорости тех самолетов, которые применяли рассмотренные дымовые приборы. Опыт показывает, что применение этих образцов дымовых приборов на современных больших скоростях становится малоэффективным, так как требуются значительно больший секундный расход дымовой смеси и специальные мероприятия по уменьшению ее распыла.

В связи с техническим прогрессом авиации разрабатываются новые образцы дымовых приборов, либо действующих под самолетами, либо отделяющихся от них во время дымопуска и обеспечивающих постановку вертикальных дымовых завес. На место старых приборов, которые сослужили свою службу во время Великой Отечественной войны, приходят новые, еще более совершенные, мощные и надежные по своему действию.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные части авиационной бомбы.
2. Маркировка и окраска авиационных бомб.
3. Способ обозначения авиационных бомб, принятый в руководствах, наставлениях и инструкциях.
4. Чем снаряжается авиабомба ДАБ-100—80Ф?
5. С каким взрывателем применяется дымовая бомба?
6. Какие положительные качества показала авиабомба ДАБ-100—80Ф во время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.?
7. Основные части УХАП-250 и принцип действия дымового прибора.
8. Почему из авиационного дымового прибора дымовая смесь выбрасывается в атмосферу не через распылитель, а через цилиндрическую насадку?
9. Как определить расчетом длину дымовой завесы, поставленной из приборов?
10. Тактико-технические свойства дымовой завесы, созданной из УХАП.
11. Какое значение имеет постоянная величина поверхности горения пороха во время работы прибора?

ГЛАВА XXII

ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВИАЦИИ

§ 121. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ АВИАЦИИ

Во время Великой Отечественной войны на вооружении нашей авиации состояли различные зажигательные средства, показавшие высокую боевую эффективность.

Применение зажигательных средств авиацией непрерывно росло, особенно в период переноса боевых действий на территорию противника.

Боевая эффективность авиационных зажигательных средств еще более усиливалась путем комбинированного их применения с фугасными бомбами.

Авиационные зажигательные средства применялись для решения следующих основных задач:

— поражения и уничтожения огнем живой силы противника на поле боя, на марше и в районах сосредоточения;

— уничтожения огнем танков и автомашин противника на марше и в пунктах сосредоточения;

— уничтожения огнем военно-промышленных объектов, военных складов и нефтехранилищ противника;

— уничтожения самолетов на аэродромах;

— создания пожаров в населенных пунктах, используемых противником для укрытия живой силы и боевой техники.

Успешное применение зажигательных средств отмечено также при действиях нашей авиации по боевым кораблям, транспортным судам, танкерам противника и по его военно-морским базам.

Все зажигательные средства, применявшиеся нашей авиацией во время Великой Отечественной войны, можно разделить на две основные группы:

1) зажигательные бомбы и ампулы;

2) зажигательные приборы.

Особое значение имели зажигательные бомбы и ампулы. В качестве примера можно указать, что во время Будапештской операции с 1 января 1945 г. по 13 февраля 1945 г. наша авиация сбросила на окруженную группировку противника 1072 шт. стокилограммовых зажигательных бомб, снаряженных термитными шарами, 473 шт. пятидесятикилограммовых бомб, снаряженных термитом и твердым горючим, 88 шт. стокилограммовых фосфорных бомб и 14 956 шт. зажигательных ампул с самовоспламеняющейся смесью.

Для применения этих зажигательных бомб и ампул было совершено 1140 самолето-вылетов.

В результате использования указанных средств было вызвано 660 пожаров, 178 взрывов, разрушено и сожжено 183 здания, уничтожено свыше 600 автомашин, 48 танков, 16 орудий, 16 пулеме-

тов, потоплено 4 катера и баржи, подавлен огонь 100 орудий, сожжено около 2000 солдат и офицеров противника.

Наша авиация еще до войны получила на вооружение многообразные по действию и назначению зажигательные средства, которые показали высокие качества в период боевых действий.

§ 122. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ АВИАЦИОННЫХ БОМБ

Основным назначением зажигательных авиационных бомб является уничтожение огнем военно-промышленных объектов, складов, нефтехранилищ, различных построек, железнодорожных сооружений, подвижного состава на железнодорожных путях, деревянных мостов и других объектов в тылу и прифронтовой полосе противника. Путем непосредственного воздействия, а также путем пожаров зажигательные бомбы уничтожают и живую силу противника.

По своей конструкции зажигательные бомбы могут быть разделены на два основных типа:

1) оболочечные бомбы;

2) безоболочечные бомбы.

В бомбах первого типа зажигательный состав находится внутри тонкой оболочки, изготовляемой обычно из стали. Безоболочечные бомбы могут иметь сгорающую вместе с основным снаряжением оболочку, либо имеют корпус, целиком прессованный из горючего состава (например из термита или из термитно-электронного состава).

В безоболочечных бомбах, корпус которых сгорает целиком, мертвый вес оболочки практически может быть сведен к нулю.

По действию у цели и назначению зажигательные авиационные бомбы могут быть разделены на две группы:

1) зажигательные бомбы сосредоточенного действия;

2) зажигательные бомбы рассредоточенного (рассеивающего) действия.

Зажигательные бомбы первой группы сосредоточивают свою тепловую энергию на малой площади, т. е. создают один мощный очаг пожара. К таким бомбам относятся, например, термитная бомба ЗАБ-2,5Т и термитная бомба с электронной оболочкой ЗАБ-2,5—1.

Зажигательные авиабомбы рассредоточенного (рассеивающего) действия создают несколько очагов пожара. К таким бомбам относятся, например, зажигательная бомба ЗАБ-100ЦК и зажигательная бомба ЗАБ-500—300ТШ, снаряженная термитными шарами.

Следует указать, что деление зажигательных бомб на две группы — сосредоточенного и рассредоточенного (рассеивающего) действия — не является вполне строгим, так как существует ряд образцов бомб комбинированного действия, которые наряду с основным сосредоточенным действием производят и разбрасывание го-

рящих твердых или жидких частиц. Некоторые образцы зажигательных бомб при комплектовании взрывателем ударного действия характеризуются сосредоточенным зажигательным действием, а при комплектовании взрывателем дистанционного действия проявляют рассеивающее действие.

По характеру снаряжения зажигательные авиационные бомбы делятся на три группы:

1) зажигательные бомбы с термитным и электронно-термитным снаряжением;

2) зажигательные бомбы с комбинированным снаряжением (например, термит и твердое горючее);

3) зажигательные бомбы, снаряженные жидким горючим.

Мы не рассматриваем все образцы зажигательных бомб и приборов, состоящих на вооружении Военно-Воздушных Сил Советской Армии, а кратко остановимся лишь на некоторых, наиболее интересных для изучения образцах.

§ 123. ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ БОМБЫ СОСРЕДОТОЧЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-2,5Т (рис. 145). Основными частями бомбы являются: корпус *9*, снаряжение *5*, взрыватель *1* и стабилизатор *6*.

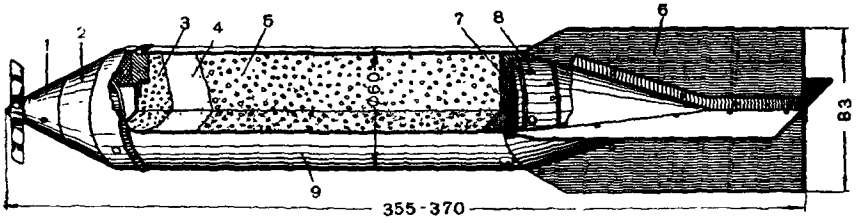


Рис. 145. Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-2,5Т:

1 — взрыватель; *2* — головка; *3* — воспламенительный состав, *4* — переходной состав; *5* — зажигательный состав, *6* — стабилизатор; *7* — картонная прокладка; *8* — соединительное кольцо; *9* — корпус

Корпус бомбы изготовлен из листовой стали толщиной 1 *мм* и снаряжен термитом, запрессованным в корпус под давлением около 600 *ати*. К корпусу приварена стальная головка *2*.

Стабилизатор состоит из четырех перьев, стального конуса и соединительного кольца *8*, приваренного к конусу. Термитное снаряжение отделено от соединительного кольца картонной прокладкой *7*. После снаряжения корпуса стабилизатор вместе с конусом и соединительным кольцом крепится к донной части цилиндра четырьмя винтами.

Бомба содержит 1200—1300 *г* термита, 40 *г* переходного состава и 4 *г* воспламенительного состава; комплектуется взрывателем ударного действия с капсюлем-воспламенителем; весит в окончательно снаряженном виде около 2,5 *кг*.

При встрече бомбы с преградой луч огня от капсюля-воспламенителя взрывателя зажигает воспламенительный состав, а от последнего загорается термитное снаряжение. Вследствие малой толщины стенок корпус сгорает почти полностью одновременно с термитным снаряжением.

Продолжительность горения бомбы составляет 2—2½ минуты, температура горения достигает 3000° С. Очаг огня занимает площадь диаметром около 20 *см*.

Как показал опыт применения ЗАБ-2,5Т, эта бомба хорошо воспламеняет деревянные строения, дрова, доски, сухую растительность; плавит и прожигает железные перекрытия толщиной до 2 *мм*. Бомбометание производится из кассет и обычно комбинируется с применением фугасных бомб.

Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-2,5—1 (рис. 146) имеет оболочку из электрона, сгорающую вместе с основным снаряжением.

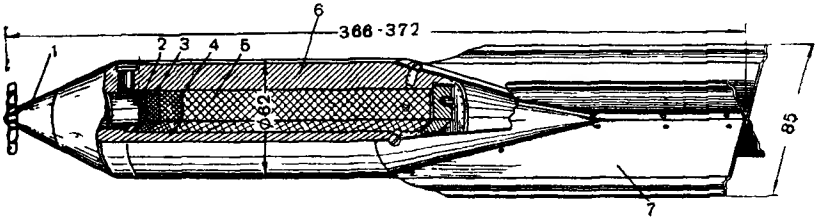


Рис. 146. Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-2,5—1:
1 — взрыватель; *2* — воспламенительный состав, *3* — промежуточный состав; *4* — переходной состав; *5* — зажигательный состав (термитное снаряжение); *6* — электронный корпус; *7* — стабилизатор

Основные части бомбы: электронный корпус *6*, термитное снаряжение *5*, взрыватель *1* и стабилизатор *7*.

Хвостовая часть корпуса бомбы срезана на конус для крепления стального стабилизатора, состоящего из четырех перьев. Внутри корпуса помещается 400 *г* зажигательного состава (термита), 30 *г* переходного состава, промежуточный и воспламенительный составы общим весом 15 *г*.

Все снаряжение прессуется в виде шашки и вкладывается в корпус через донное очко, закрываемое металлической навинтованной пробкой.

Бомба применяется с взрывателем ударного действия с капсюлем-воспламенителем и весит в окончательно снаряженном виде около 1,5 *кг*. Бомбометание производится из кассет.

При ударе бомбы о преграду загораются последовательно воспламенительный, промежуточный и переходный составы и от последнего загораются термит и электронная оболочка, развивая температуру до 2000—2500° С. При горении электрон разбрасывает горящие частицы. Диаметр очага огня около 20 *см*, высота пламени около 30 *см*, продолжительность горения бомбы 1,2 минуты.

Корпус бомбы сгорает полностью. Бомба хорошо поджигает деревянные строения, дрова, доски, сухой хворост.

Малокалиберные бомбы ЗАБ-2,5Т и ЗАБ-2,5—1 применялись путем высыпания их из кассет и, разбрасываясь над военно-промышленными объектами противника, создавали сотни очагов пожара. Термитные бомбы, попадая в нефтехранилища, воспламеняли горючее и продолжали гореть под слоем бензина, керосина или нефти, прожигая стенки резервуара хранилищ и создавая условия для выливания горящей жидкости из хранилища.

§ 124. ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ БОМБЫ РАССРЕДОТОЧЕННОГО (РАССЕИВАЮЩЕГО) ДЕЙСТВИЯ

Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-100ЦК (рис. 147). Основные части бомбы: корпус *3*, пиротехнический состав *4*, термитные сегменты *5*, взрыватель *1* и стабилизатор *8*.

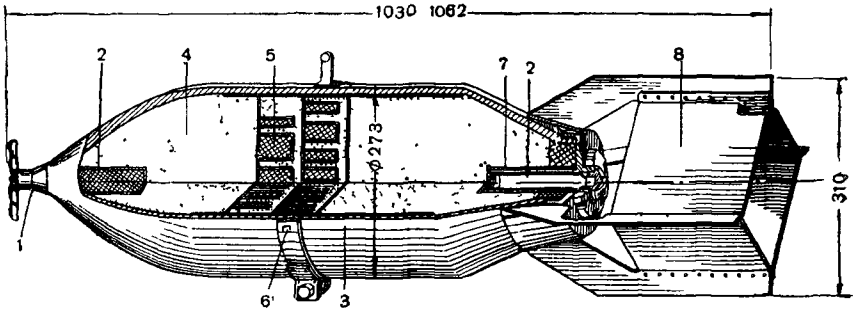


Рис. 147. Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-100ЦК:
1 — взрыватель; *2* — головной и донный запальные стаканы; *3* — корпус; *4* — пиротехнический состав; *5* — термитные сегменты, *6* — бугель; *7* — картонная гильза; *8* — стабилизатор

В цельнокованом или сварном корпусе бомбы помещается 30 *кг* пиротехнического состава и 50 шт. термитных сегментов от 76- или 107-*мм* зажигательных снарядов.

Вместо термитных сегментов бомба ЗАБ-100ЦК может снаряжаться десятью бомбами ЗАБ-2,5Т или ЗАБ-2,5—1 без стабилизаторов и взрывателей.

Бомбы ЗАБ-100ЦК комплектуются головными взрывателями ударного действия. Вес бомбы в окончательно снаряженном виде 94 *кг*, вес снаряжения 39 *кг*.

При взрыве бомбы ЗАБ-100ЦК термитные сегменты (или зажигательные бомбы снаряжения) воспламеняются и разбрасываются на расстояние до 200 *м*. Время горения термитных сегментов 18—20 секунд.

Кроме зажигательного действия, бомба ЗАБ-100ЦК производит такие же разрушения, как и фугасная бомба.

Во время Великой Отечественной войны бомбы ЗАБ-100ЦК с успехом использовались для поражения городских, заводских

и фабричных зданий, железнодорожных узлов, складов, небронированных кораблей, железнодорожных составов.

Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-500—300ТШ (рис. 148). Основными частями бомбы являются: корпус *9*, термитное снаряжение (термитные шары) *3*, центральная труба *2*, взрыватель *1* и стабилизатор *6*.

Корпус бомбы сварен из листовой стали толщиной 2 *мм*. Стабилизатор имеет форму прямоугольной коробки с приваренными перьями.

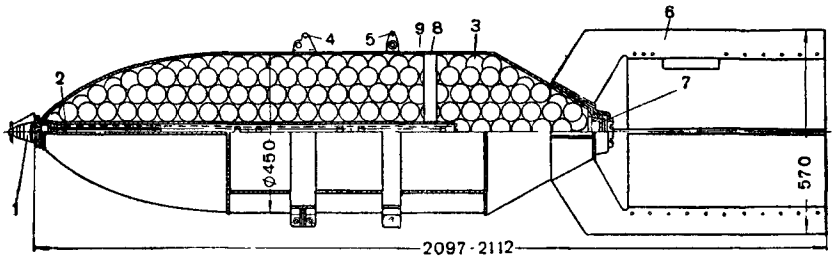


Рис. 148. Зажигательная авиационная бомба ЗАБ-500—300ТШ:
1 — взрыватель (дистанционная трубка); *2* — центральная труба; *3* — термитные шары; *4* — основной бугель; *5* — дополнительный бугель; *6* — стабилизатор; *7* — крышка донного очка; *8* — кронштейн; *9* — корпус

Внутри корпуса помещается 780 термитных шаров общим весом 234 *кг*, расположенных вокруг центральной стальной трубы, имеющей в своей стенке отверстия. Каждый термитный шар весит 300 *г* и снабжен специальным воспламенителем (запалом), запрессованным в массу шара.

В центральной трубе помещается заряд из 900 *г* черного пороха. Заряд вставляется в трубу перед подвеской бомбы на самолет.

Бомбы комплектуются взрывателями дистанционного действия с капсюлями-воспламенителями. Вес бомбы в окончательно снаряженном виде около 300 *кг*.

Наивыгоднейшие высоты разрыва в зависимости от характера цели 200—700 *м*. В момент действия дистанционной трубки, установленной заранее на определенное время (т. е. на определенную высоту разрыва бомбы), капсюль-воспламенитель посылает луч огня в пороховой заряд центральной трубы. Пороховые газы выбрасываются через отверстия трубы и воспламеняют запалы термитных шаров. Одновременно пороховые газы создают давление внутри корпуса бомбы.

Когда давление достигнет 14—18 *ата*, корпус разрывается, причем в большинстве случаев отрывается по сварному шву головная часть, и горящие термитные шары выбрасываются из бомбы, покрывая большую площадь. Опыт показал, что при разрыве бомбы на высоте 300 *м* поражается площадь с поперечником 90—95 *м*. Термитные шары, упавшие с этой высоты на крышу здания город-

ского типа, пробивают ее и создают очаги пожара в чердачных помещениях.

Во время Великой Отечественной войны бомбы ЗАБ-500—300ТШ иногда применялись без взрывателя и работали как бомбы ударного действия. В момент удара о препятствие происходило самовоспламенение термитных шаров. При действии на удар бомба пробивала крышу и чердачное перекрытие здания городского типа и разрывалась внутри помещения. При этом около 30—40% горящих термитных шаров разбрасывалось в стороны, а остальная часть термитного снаряжения оставалась в месте падения бомбы, создавая мощный очаг с большой прожигающей способностью.

§ 125. ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АМПУЛЫ АЖ-2

Основными частями ампулы АЖ-2 (рис. 149) являются оболочка *1*, горловина *2* и металлическая пробка *3*. Ампула снаряжается самовоспламеняющейся смесью КС.

Оболочка изготовлена из жести и состоит из двух штампованных полушарий диаметром 12,5 *см*, скрепленных оловянно-свинцовым припоем. Внутренняя поверхность ампулы для защиты металла от ржавления покрыта специальным лаком.

Ампула снаряжается через горловину, после чего в нее ввертывается металлическая навинтованная пробка. Под шляпку пробки для уплотнения навертывается асбестовый шнур.

Полная емкость ампулы около 1 *л*, вес неснаряженной 175 *г*, снаряженной 1,4 *кг*, скорость падения доходит до 80—90 *м/сек*.

Для применения ампул используются ампульно-бомбовые кассеты различных образцов, устанавливаемые в бомбовых отсеках самолета или подвешиваемые снаружи.

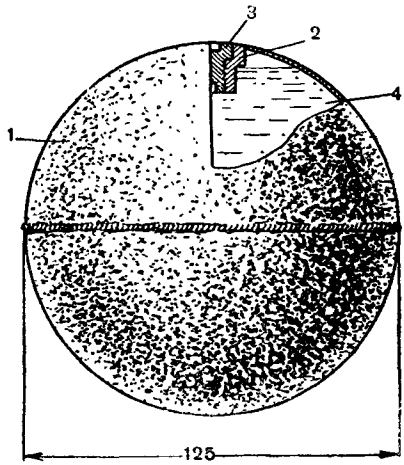


Рис. 149. Зажигательная ампула АЖ-2:
1 — оболочка; *2* — горловина; *3* — металлическая пробка; *4* — самовоспламеняющаяся смесь КС

Выброшенные из кассет ампулы поворачиваются пробкой вниз вследствие эксцентричного расположения центра тяжести, вызванного тяжелой пробкой и горловиной.

Как показывает опыт, при сбрасывании с одиночного самолета с высоты 1000 *м* ампулы рассеиваются на площади около 2,5 *га*, создавая сотни очагов пожара. При встрече с преградой оболочка ампулы деформируется, под действием удара в жидкости развивается значительное давление, выражающееся в десятках атмосфер, которое приводит к разрыву оболочки ампулы и к выбрасыванию

из нее жидкости. Горящая смесь КС разбрасывается в направлении полета на 15—20 *м*. При действии ампул, кроме пламени, появляется плотное облако белого дыма, затрудняющего борьбу с очагами пожара.

Основная масса смеси КС сгорает в течение 2—2½ минут, а горение в точке падения ампулы, где образуется небольшая воронка и остается часть оболочки, может продолжаться до 20—30 минут.

Ампулы, снаряженные смесью КС, поражают и живую силу противника.

Во время Великой Отечественной войны наша авиация широко применяла ампулы со смесью КС для уничтожения огнем промышленных зданий, построек городского и сельского типов в населенных пунктах, занятых противником, для сжигания складов, железнодорожных составов, самолетов на аэродромах, автомашин, обозов, автобронетанковых колонн, кораблей и портовых сооружений противника. Успешно применялись ампулы со смесью КС по артиллерийским позициям противника и для уничтожения его живой силы в районах сосредоточения.

Ампулы имеют недостатки, к которым относятся плохая самовоспламеняемость смеси КС при температурах ниже нуля, а также возможные случаи отказа действия ампул на мягких, болотистых грунтах и на снежном покрове.

Несмотря на указанные недостатки, ампулы как простое и дешевое зажигательное средство с успехом применялись на всех фронтах. Особенно большую работу с ампулами выполнили самолеты По-2, используемые как ночные бомбардировщики.

§ 126. ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ

Зажигательные авиационные приборы широко и успешно применялись нашей авиацией во время Великой Отечественной войны.

Особенностью зажигательного прибора является возможность поражения огнем больших площадей.

Еще до войны наша авиация имела на вооружении различные образцы зажигательных приборов, разработанных советскими инженерами и конструкторами. Эти приборы были проверены на ряде испытаний и прошли затем широкую и успешную боевую проверку на фронтах Великой Отечественной войны.

Наши самолеты-штурмовики, средние и легкие бомбардировщики произвели сотни самолето-вылетов с зажигательными приборами ЗАП-500, ЗАП-250, ЗАП-200, ЗАП-100, поражая технические средства и живую силу противника.

Для снаряжения приборов применялся гранулированный белый фосфор, сформованный в виде шариков диаметром 10—20 *мм*.

Зажигательный авиационный прибор состоит из двух приборов, подвешиваемых к самолету один над другим. В верхнем (основном) приборе помещается гранулированный фосфор, залитый в летнее время водой, а в зимнее — незамерзающим раствором хлористого кальция. Вода или водный раствор хлористого кальция предохра-

няет фосфор в приборе от действия кислорода воздуха (окисление и воспламенение фосфора), а также обеспечивает безотказное и полное выбрасывание фосфора из прибора.

Нижний (дополнительный) прибор наполнен дымовой смесью С-4. Оба прибора — верхний и нижний — открываются одновременно. При этом выливающиеся с водой гранулы фосфора смешиваются в воздухе с дымовой смесью С-4. При реакции воды и дымовой смеси, как известно, выделяется большое количество тепла. Воздушный поток сдувает воду с гранул фосфора, а капли дымовой смеси, попадая на поверхность гранул, вступают в реакцию с остатками воды на их поверхности, жадно поглощая ее и вызывая местное нагревание, достаточное для воспламенения фосфора. Горящая масса гранул падает в виде огненного дождя на землю, покрывая большую площадь. Падение гранул сопровождается выделением пламени и образованием плотного облака белого дыма.

Выливание гранул производится с высоты 15—30 *м*, так как при падении с бóльших высот гранулы не долетают до земли, сгорая в воздухе. Один самолет Ил-2 с двумя зажигательными приборами ЗАП-250 с высоты 30 *м* поражает площадь 30 × 300 *м*.

Возможно применение зажигательных приборов и с бóльших высот, но без дополнительного прибора с дымовой смесью.

При использовании ЗАП без дополнительного прибора гранулы фосфора загораются, упав на землю, причем от момента падения до воспламенения гранул могут пройти не только минуты или часы, а даже дни и недели, в зависимости от температуры воздуха и почвы, характера растительности, наличия снежного покрова или влаги и т. д.

Использование ЗАП без дополнительного прибора, как показывает опыт, может привести к возникновению пожаров спустя много часов после налета авиации на данный участок.

Белый фосфор не является таким зажигательным веществом, которое применимо для поджигания всех без исключения горючих объектов. Зажигательные свойства фосфора сравнительно ограничены, прожигающим действием по отношению к металлу он не обладает, температура горения его не превышает 900° С. Под водой фосфор в отличие от термита не горит. Легко воспламеняющиеся материалы — сухое дерево (бревна, доски, хворост), бензин, керосин, нефть — хорошо поддаются зажигающему действию белого фосфора.

Для ознакомления с устройством и действием зажигательных авиационных приборов рассмотрим прибор ЗАП-250, которым были вооружены наши штурмовики Ил-2. Устройство и действие остальных зажигательных приборов, перечисленных выше, аналогичны ЗАП-250.

Основными частями зажигательного прибора ЗАП-250 являются (рис. 150): корпус основного прибора *1*, корпус дополнительного прибора *2*, суфлеры приборов *3*, крышка выливного отверстия основного прибора *4*, крышка дополнительного прибора *5*, подвес-

ное ушко *6*, пиропистолеты с механизмом для открывания крышки, помещенные под обтекателем *8*.

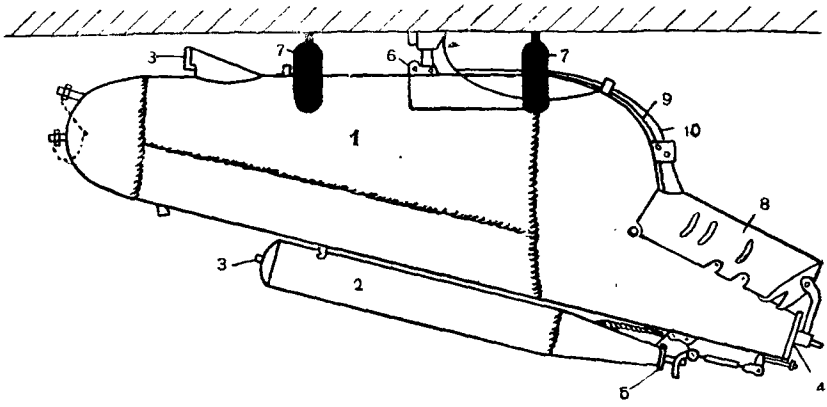


Рис. 150. Схема зажигательного авиационного прибора ЗАП-250:
1 — корпус основного прибора; *2* — корпус дополнительного прибора; *3* — суфлер; *4* — крышка выливного отверстия основного прибора; *5* — крышка дополнительного прибора; *6* — подвесное ушко; *7* — ухват; *8* — обтекатель; *9* — трос, соединяющий крышку суфлера с механизмом крышки прибора; *10* — электропровод

Корпуса приборов изготовлены из тонкой листовой стали; сварные.

Полная емкость основного прибора 165 *л*. В нем помещается 60—70 *кг* гранулированного фосфора. Дополнительный прибор емкостью около 10 *л* снаряжается 8,3 литрами дымовой смеси С-4. Вес полностью снаряженного прибора ЗАП-250 около 300 *кг*. Время опорожнения около 3,5 секунд.

Сверху основного прибора приварен профилированный патрубок, отверстие которого обращено вперед и до выливания гранулированного фосфора закрыто крышкой. Этот патрубок называется суфлером. Крышка суфлера *3* соединена тросом *9* с механизмом крышки *4* основного прибора так, что при открывании крышки прибора *4* открывается и суфлер *3*. Открытый суфлер соединяет полость основного прибора с атмосферой, что при выливании жидкости способствует ровному, без пульсаций и задержек опорожнению прибора. Кроме того, при помощи суфлера внутри основного прибора создается некоторое избыточное давление за счет напора, образуемого набегающим на суфлер воздушным потоком после открытия крышки, что ускоряет истечение жидкости, способствует полному опорожнению и продуванию прибора после работы.

Дополнительный прибор крепится снизу основного и имеет крышку *5*, соединенную системой рычагов с крышкой основного прибора *4* так, что одновременно с открытием крышки *5* открывается и крышка *4*, обеспечивая одновременное выливание гранулированного фосфора (с водой) и дымовой смеси С-4.

Суфлер *3* дополнительного прибора представляет собой трубку, присоединенную одним открытым концом к отверстию в головной части прибора; трубка имеет два колена, другой ее конец опущен под уровень жидкости, налитой в прибор. Такое устройство не дает возможности выливаться дымовой смеси через суфлер и в то же время обеспечивает поступление воздуха в свободное пространство прибора. На стоянке самолета суфлер дополнительного прибора закрывается заглушкой.

Прибор ЗАП-250 подвешивается к замкам наружных бомбодержателей самолета при помощи подвесного ушка *6* подобно бомбе и крепится ухватами *7*.

Чтобы привести прибор ЗАП-250 в действие, штурман самолета включает ток, который по проводу *10* идет к пиропатронам механизма крышки, находящимся в пиропистолетах под обтекателем *8*. Давление газов, образующихся при действии пиропатронов, приводит в движение механизм крышки; одновременно с открыванием крышек *4* и *5* открывается крышка суфлера *3* и из обоих приборов одновременно поступают в атмосферу гранулированный фосфор с водой и дымовая смесь. Гранулы фосфора воспламеняются и падают на землю со скоростью 20—30 *м/сек*.

В случае необходимости зажигательный прибор может быть сброшен с самолета как в снаряженном виде, так и после опорожнения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие зажигательные авиационные бомбы относятся к бомбам сосредоточенного действия?
2. Какие зажигательные авиационные бомбы относятся к бомбам рассеивающего действия?
3. Устройство и боевые свойства зажигательных авиационных бомб.
4. Устройство и боевые свойства зажигательных ампул.
5. Устройство и боевые свойства зажигательных авиационных приборов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Введение 4

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ НЕЙТРАЛЬНОГО ДЫМОПУСКА

Глава I. **Общие сведения о дымовых завесах** 7

§ 1. Краткий исторический обзор примеиения дымов . . . . . —
§ 2. Понятие о дымовом облаке и его маскирующих свойствах 9
§ 3. Влиянне метеорологических условий на поведение дымовой завесы . 21
§ 4. Влиянне рельефа местности на поведение дымовой завесы 32
§ 5. Характеристика условий дымопуска 33
Контрольные вопросы 34

Глава II. **Общие сведения о дымовых машинах и приборах** 35

§ 6. История развития и опыт боевого применения дымовых машин и приборов . . . . . —
§ 7. Требования, предъявляемые к дымовым машинам и приборам . . . 39
§ 8. Дымовая смесь С-4 40
§ 9. Типовые схемы спецнального оборудования дымовых машин и приборов 42
Контрольные вопросы 44

Глава III. **Теоретические основания устройства дымовых машин и приборов** . . . . . —

Резервуары . . . . . —

§ 10. Общие сведения о резервуарах . . . . . —
§ 11. Емкость резервуара . . . . . —
§ 12. Форма резервуара 47
§ 13. Прочность резервуара 48
§ 14. Резервуары, работающне под гидростатическим давлением 50
§ 15. Крепленне и арматура резервуаров 53
Контрольные вопросы 54

Распылители . . . . . —

§ 16. Значение процесса распыления . . . . . —
§ 17. Классификация распылителей 56
§ 18. Основы теории центробежного распылителя . . . . . —
§ 19. Образоваиие и распад жидкой пленки 63
§ 20. Основные закономерности процесса распыления 64

Стр.
§ 21. Распыление в струе газа 66
§ 22. Определение производительности одиночного распылителя и продолжительности дымопуска из АРС . . . . . —
Контрольные вопросы 68

Трубопроводы 69

§ 23. Классификация трубопроводов и требования, предъявляемые к ним —
§ 24. Общие сведения о трубопроводах 70
§ 25. Сопротивление потоку в трубах 71
§ 26. Определение напора в насосе АРС-11 и времени опорожнения машины 73
§ 27. Определение времени опорожнения бочек, приспособленных для дымопуска 74
§ 28. Некоторые правила эксплоатации трубопроводов 75
§ 29. Запорные приспособления и фильтры 76
Контрольные вопросы 79

Использование сжатого воздуха в дымовых приборах . . . . . —

§ 30. Определение числа воздушных баллонов . . . . . —
§ 31. Воздушный редуктор 80
§ 32. Проверка свойств редуктора РВ-4 87
Контрольные вопросы 90

Насосы 91

§ 33. Общие сведения о насосах с механическим приводом . . . . . —
§ 34. Производительность насоса с механическим приводом 92
§ 35. Характеристика насоса СКБ-С 93
§ 36. Мощность, потребляемая насосом 94
§ 37. Перепускной клапан 95
§ 38. Высота всасывания насоса 96
§ 39. Поршневые насосы 99
Контрольные вопросы 101

Глава IV. **Комплект аппаратуры для дымопуска из бочек** . . . . . —

§ 40. Назначение и тактико-технические данные комплекта . . . . . —
§ 41. Устройство дымовой аппаратуры 102
§ 42. Работа с бочками, приспособленными для дымопуска 105
§ 43. Возможные неисправности дымовой аппаратуры и их устранение . 107
Контрольные вопросы 109

Глава V. **Использование машин АРС для дымопуска** 110

§ 44. Характеристика машин АРС по дымопуску . . . . . —
§ 45. Особенности эксплоатации АРС при работе по дымопуску 111
§ 46. Правила работы с АРС по дымопуску 117
Контрольные вопросы . . . . . —

Глава VI. **Дымовые шашки и ручные дымовые гранаты** 118

§ 47. Общие сведения о дымовых шашках и ручных дымовых гранатах . —
§ 48. Малые и средние дымовые шашки 120
§ 49. Большие дымовые шашки 123
§ 50. Ручные дымовые гранаты 128
§ 51. Хранение дымовых шашек и ручных дымовых гранат 130
§ 52. Нормы расхода дымовых шашек . . . . . —
Контрольные вопросы 131

Глава VII. **Танковый дымовой прибор** . . . . . —

§ 53. Назначение и тактико-технические данные прибора . . . . . —
§ 54. Устройство прибора 132
§ 55. Применение прибора 133
Контрольные вопросы 134

Стр.
Глава VIII. Подручные (местные) дымовые средства 134

§ 56. Общие сведения о подручных средствах . . . . . —
§ 57. Применение подручных средств 135
Контрольные вопросы 138

Глава IX. Применение маскирующих дымов для обеспечения боевых действий войск . . . . . —

§ 58. Назначение дымовых завес . . . . . —
§ 59. Классификация и характеристика дымовых завес 139
§ 60. Техника применения ручных дымовых гранат и дымовых шашек для маскировки боевых действий подразделений (отделения, взвода, роты) 140
§ 61. Применение ручных дымовых гранат и дымовых шашек в танковых подразделениях 144
§ 62. Дымовое обеспечение боевых действий частей и соединений . . . 146
§ 63. Пример на организацию дымовой завесы 152
Контрольные вопросы 154

Глава X. Дымовая маскировка тыловых объектов . . . . . —

§ 64. Назначение дымовой маскировки тыловых объектов . . . . . —
§ 65. Основные принципы задымления тыловых объектов 155
§ 66. Боевые порядки при задымлении тыловых объектов 156
§ 67. Нормы расхода дымовых средств при задымлении тыловых объектов 158
§ 68. Порядок работы дымовых точек и режим дымопуска 159
§ 69. Организация дымовой маскировки тылового объекта . . . . . —
§ 70. Основы организации связи и управления дымопуском 161
§ 71. Примеры расчета дымовых средств для дымовой маскировки тыловых объектов 162
Контрольные вопросы 164

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ОГНЕМЕТЫ

Глава XI. Общие сведения об огнеметах 165

§ 72. История развития огнеметов . . . . . —
§ 73. Применение огнеметов Советской Армией в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. 169
§ 74. Огнеметные смеси 174
Контрольные вопросы 178

Глава XII. Огнеметные струи . . . . . —

§ 75. Совершенная и реальная струи . . . . . —
§ 76. Распад струи 180
§ 77. Классификация струй 185
§ 78. Дальность полета струи 188
Контрольные вопросы 191

Глава XIII. Основы устройства огнеметов . . . . . —

§ 79. Классификация огнеметов . . . . . —
§ 80. Беспоршневые огнеметы 192
§ 81. Поршневые огнеметы 194
§ 82. Требования, предъявляемые к огнеметам 196
§ 83. Основные элементы огнеметов 197

Стр.

§ 84. Приближенное определение давления в резервуаре и цилиндре огнемета . . . 201
§ 85. Система давления . . . 204
§ 86. Сила отдачи в огнеметах . . . 208
§ 87. Система зажигания . . . 209
Контрольные вопросы . . . 216

Глава XIV. **Фугасный огнемет** . . . —

§ 88. Назначение, тактико-технические данные, устройство и принцип действия фугасного огнемета ФОГ-2 . . . —
§ 89. Снаряжение и транспортировка фугасных огнеметов . . . 219
§ 90. Установка, приведение в боевую готовность и маскировка фугасных огнеметов . . . 220
§ 91. Приведение в действие фугасных огнеметов электрическим током . 222
Контрольные вопросы . . . 227

Глава XV. **Ранцевый огнемет** . . . —

§ 92. Назначение, тактико-технические данные устройство и принцип действия ранцевого огнемета РОКС-3 . . . —
§ 93. Некоторые особенности действия ранцевого огнемета РОКС-3 . . . 230
§ 94. Уход за ранцевым огнеметом РОКС-3 . . . 231
Контрольные вопросы . . . —

Глава XVI. **Автоматический танковый огнемет АТО-42** . . . —

§ 95. Назначение, тактико-технические данные, основные части и принцип действия автоматического танкового огнемета АТО-42 . . . —
§ 96. Особенности устройства и взаимодействия некоторых частей автоматики АТО-42 . . . 235
§ 97. Явление воздушного выстрела . . . 238
§ 98. Виды боевой готовности танковых огнеметов . . . 240
§ 99. Огнеметание из автоматического танкового огнемета АТО-42 . . . 241
Контрольные вопросы . . . 243

Глава XVII. **Технические средства обеспечения войск сжатым воздухом** —

§ 100. Назначение, тактико-технические данные и принцип действия компрессорной станции АКС-2 . . . —
§ 101. Особенности устройства компрессорной станции АКС-2 . . . 246
§ 102. Баллоны для сжатого воздуха . . . 253
§ 103. Кислородный насос КН-3 . . . 255
Контрольные вопросы . . . 256

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ДЫМОВЫЕ И ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АРТИЛЛЕРИЙСКИЕ СРЕДСТВА

Глава XVIII. **Дымовые снаряды и мины** . . . 257

§ 104. Назначение дымовых снарядов и мин . . . —
§ 105. Устройство дымовых снарядов и мин . . . —
§ 106. Нормы расхода дымовых снарядов и мин . . . 260
§ 107. Маркировка, индексация и окраска дымовых снарядов и мин . . 264
Контрольные вопросы . . . 268

Глава XIX. **Зажигательные вещества, применяемые для снаряжения боеприпасов** . . . —

§ 108. Классификация зажигательных веществ . . . —
§ 109. Термитно-зажигательные составы . . . —
§ 110. Зажигательные составы на основе кислородсодержащих солей . . 271

Стр.
§ 111. Электрон 271
§ 112. Зажигательные составы на основе органических веществ 272
§ 113. Самовоспламеняющиеся вещества . . . . . —
Ковтрольные вопросы 273

Глава XX. Зажигательные снаряды и мины . . . . . —

§ 114. Назначение и классификация зажигательных снарядов и мин . . —
§ 115. Устройство зажигательных снарядов и мин 274
Контрольные вопросы 280

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ДЫМОВЫЕ И ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВИАЦИИ

Глава XXI. Дымовые средства авиации 281

§ 116. Назначение, опыт боевого применения и классификация дымовых средств авиации . . . . . —
§ 117. Общие сведения по устройству авиационных бомб 282
§ 118. Обозначение, маркировка и окраска авиационных бомб 284
§ 119. Назначение, устройство и действие дымовых авиационных бомб . 285
§ 120. Дымовые авиационные приборы 287
Контрольные вопросы 292

Глава XXII. Зажигательные средства авиации 293

§ 121. Назначение и классификация зажигательных средств авиации . . —
§ 122. Назначение и классификация зажигательных авиационных бомб 294
§ 123. Зажигательные авиационные бомбы сосредоточенного действия . . 295
§ 124. Зажигательные авиационные бомбы рассредоточенного (рассеивающего) действия 297
§ 125. Зажигательные ампулы АЖ-2 299
§ 126. Зажигательные авиационные приборы 300
Контрольные вопросы 303

Редактор полковник *Кокосов Б. В.*
Технический редактор *Соломоник Р. Л.*
Корректора *Горячева Л. А., Рогунова Л. А.*

Изд. № 4/1800с | Подписано к печати 22.2.51. | Зак. № 6297
Формат бумаги 60×92¹/₁₆—9,62 б. л. 19,25 п. л.